

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AJ

(11)Publication number : 11-087778

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01S 3/18

(21)Application number : 09-237492

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 02.09.1997

(72)Inventor : KAWAMOTO SATOSHI

NITTA KOICHI

KONNO KUNIAKI

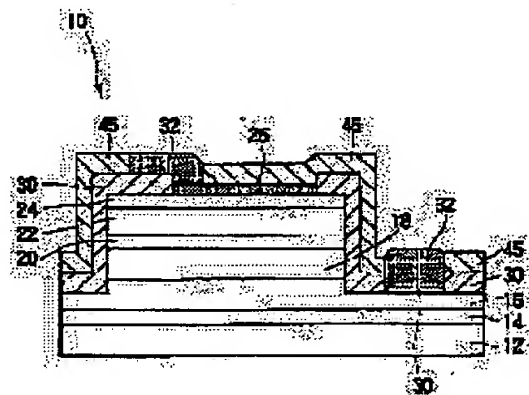
SUZUKI NOBUHIRO

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT, SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a light emission wavelength stable and allow light emission with high brightness in a wavelength in a region from visible right to infrared rays.

SOLUTION: A fluorescent substance is included or deposited in any part of the semiconductor light emitting element 10. The fluorescent substance has an absorption peak in a wavelength band of 340 to 380 nm. Therefore, in order to effectively convert wavelength by the fluorescent substance, a light emitting layer 20 desirably emits ultraviolet rays of a wavelength band of 308 nm or less. A site to include the fluorescent substance in the semiconductor element 10 may be a p-side electrode layer 26, first. Then, a silicon oxide layer 45 or a current preventing layer 30 may follow. Alternatively any of respective semiconductor layers 14 to 24 may follow. A substrate 12 may follow further.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-87778

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N

C

D

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数42 O L (全 40 頁)

(21) 出願番号

特願平9-237492

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月2日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 河 本 聡

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝川崎事業所内

(72) 発明者 新 田 康 一

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝川崎事業所内

(72) 発明者 紺 野 邦 明

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝川崎事業所内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

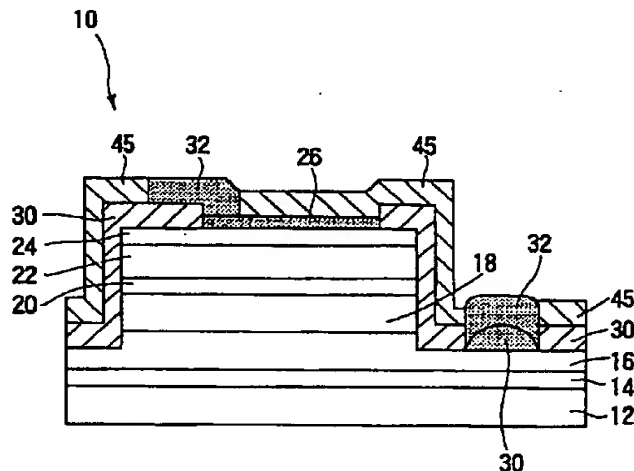
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子、半導体発光装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 発光波長が極めて安定で、しかも、可視光から赤外線領域までの種々の波長において高い輝度で発光させることができる半導体発光素子、半導体発光装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 波長変換機能を有する蛍光物質を半導体発光素子の内部、表面、または、半導体発光装置の樹脂部分または、その他の外囲器の表面または内部に適宜、混合、堆積、または配置することによって、半導体発光素子からの発光をきわめて高い効率で波長変換し、外部に取り出すことができる半導体発光素子および発光装置を提供することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 の波長の光を放出する発光層と、前記発光層が放出する前記第 1 の波長の光を吸収して前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を放出する蛍光物質と、を備えたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】第 1 の電極と、前記第 1 の電極に接続され、第 1 の導電型を有する第 1 の半導体層と、前記第 1 の半導体層の上に設けられ、第 1 の波長の光を放出する発光層と、前記発光層の上に設けられ、第 2 の導電型を有する第 2 の半導体層と、前記第 2 の半導体層に接続された第 2 の電極と、を少なくとも備えた半導体発光素子であって、前記発光層から放出される前記第 1 の波長の光を吸収し前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を放出する蛍光物質を有することを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 3】前記蛍光物質は、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極の少なくともいずれかに含有されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 4】前記蛍光物質は、前記第 1 の半導体層、前記発光層、および前記第 2 の半導体層の少なくともいずれかに含有されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 5】前記蛍光物質は、前記半導体発光素子の表面に堆積されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 6】前記発光層は、窒化ガリウム系半導体からなり、前記第 2 の波長は、前記第 1 の波長よりも長いことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の半導体発光素子。

【請求項 7】前記発光層は、インジウムを含んだ窒化ガリウム系半導体からなり、前記第 2 の波長は、前記第 1 の波長よりも長いことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の半導体発光素子。

【請求項 8】前記発光層は、ZnSe、ZnSSe、ZnS、BN、および SiC からなる群から選択された材料を含み、前記第 2 の波長は、前記第 1 の波長よりも長いことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の半導体発光素子。

【請求項 9】前記第 1 の波長は、380nm 以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 つに記載の半導体発光素子。

【請求項 10】リード・フレームと、前記リード・フレームの上にマウントされた請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の半導体発光素子と、

を備えたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 11】ステムと、前記ステムの上にマウントされた請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の半導体発光素子と、を備えたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 12】基板と、前記基板の上にマウントされた請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の半導体発光素子と、を備えたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 13】実装部材と、前記実装部材の上にマウントされた半導体発光素子と、前記半導体発光素子の光出射面の上に堆積され、蛍光物質を含有している波長変換層と、を備え、前記半導体発光素子から放出された第 1 の波長の光が前記波長変換層に含有されている前記蛍光物質に吸収されて前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 14】前記波長変換層は、前記蛍光物質が分散された接着性あるいは粘着性の媒体からなることを特徴とする請求項 13 に記載の半導体発光装置。

【請求項 15】前記波長変換層は、前記蛍光物質が分散された媒体からなり、前記媒体は、無機の重合体、ゴム、澱粉質、およびタンパク質からなる群から選択された材料を主成分としていることを特徴とする請求項 13 に記載の半導体発光装置。

【請求項 16】前記波長変換層は、無機の重合体、ゴム、澱粉質、およびタンパク質からなる群から選択された材料を主成分としている媒体層と、前記媒体層の上に積層された前記蛍光物質の層と、を有することを特徴とする請求項 13 に記載の半導体発光装置。

【請求項 17】前記媒体の光屈折率は、前記半導体発光素子の光出射部を構成している材料の光屈折率と、前記波長変換層に隣接した光出射部分の光屈折率との間の値を有することを特徴とする請求項 14 または 15 に記載の半導体発光装置。

【請求項 18】リード・フレームと、前記リード・フレームの上にマウントされた半導体発光素子と、前記半導体発光素子を包み込むように設けられた封止樹脂と、を備え、

前記封止樹脂は、光出射側の表面層に選択的に蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第 1 の波長の光が前記封止樹脂に含有されている前記蛍光物質に吸収されて前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 19】配線基板と、前記配線基板の上にマウントされた半導体発光素子と、

前記半導体発光素子を包み込むように設けられた封止樹脂と、を備え、

前記封止樹脂は、光出射側の表面層に選択的に蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記封止樹脂に含有されている前記蛍光物質に吸収されて前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項20】ステムと、

前記ステムの上にマウントされた半導体発光素子と、
前記半導体発光素子を包み込むように設けられた封止樹脂と、を備え、

前記封止樹脂は、光出射側の表面層に選択的に蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記封止樹脂に含有されている前記蛍光物質に吸収されて前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項21】リード・フレームと、

前記リード・フレームの上にマウントされた半導体発光素子と、

前記半導体発光素子を包み込むように設けられた封止樹脂と、

前記封止樹脂の表面に積層された波長変換層と、を備え、

前記波長変換層は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記波長変換層に含有されている前記蛍光物質に吸収されて前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項22】配線基板と、

前記配線基板の上にマウントされた半導体発光素子と、
前記半導体発光素子を包み込むように設けられた封止樹脂と、

前記封止樹脂の表面に積層された波長変換層と、を備え、

前記波長変換層は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記波長変換層に含有されている前記蛍光物質に吸収されて前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項23】ステムと、

前記ステムの上にマウントされた半導体発光素子と、
前記半導体発光素子を包み込むように設けられた封止樹脂と、

前記封止樹脂の表面に積層された波長変換層と、を備え、

前記波長変換層は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記波長変換層に含有されている前記蛍光物質に吸収されて前記第1の波

長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項24】実装部材と、

前記実装部材の上にマウントされた半導体発光素子と、
前記半導体発光素子を取り囲むように設けられた封止樹脂と、を備えた半導体発光装置であって、

前記封止樹脂は、内部に空洞を有し、前記半導体発光素子が前記空洞内に配置されるものとして構成され、且つ前記空洞の内壁面に蛍光物質が堆積され、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項25】実装部材と、

前記実装部材の上にマウントされた半導体発光素子と、
前記半導体発光素子を包み込むように設けられた第1の樹脂と、

前記第1の樹脂を包み込むように設けられた封止樹脂と、を備え、

前記第1の樹脂は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項26】実装部材と、

前記実装部材の上にマウントされた半導体発光素子と、
前記半導体発光素子を包み込むように設けられた第1の樹脂と、

前記第1の樹脂の表面に堆積された波長変換層と、

第1の樹脂を包み込むように前記波長変換層の外側に設けられた封止樹脂と、を備え、

前記波長変換層は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項27】前記第1の樹脂は、ディッピング樹脂であり、

前記封止樹脂は、モールド樹脂であることを特徴とする請求項25または26に記載の半導体発光装置。

【請求項28】実装部材と、

前記実装部材の上にマウントされた半導体発光素子と、
を備え、

前記実装部材は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項29】実装部材と、

前記実装部材の上に接着剤によりマウントされた半導体

発光素子と、を備え、

前記接着剤は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項30】実装部材と、

前記実装部材の上に堆積された波長変換層と、
前記波長変換層の上にマウントされた半導体発光素子と、を備え、

前記波長変換層は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項31】半導体発光素子と、

前記半導体発光素子から放出される光を反射する光反射板と、

前記光反射板の表面に堆積された波長変換層と、を備え、

前記波長変換層は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項32】実装部材と、

前記実装部材の上にマウントされた半導体発光素子と、
前記半導体発光素子から放出される光を受けるフィルム層と、を備え、

前記フィルム層は、蛍光物質が内部に混入または表面に堆積され、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項33】実装部材と、

前記実装部材の上にマウントされた半導体発光素子と、
前記半導体発光素子の周囲を覆うように設けられた外囲器と、

前記外囲器の光取り出し部に設けられた波長変換部と、
を備え、

前記波長変換部は、蛍光物質を含有し、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項34】実装部材と、

前記実装部材の上にマウントされた半導体発光素子と、
前記半導体発光素子から放出される光を集光するレンズと、を備え、

前記レンズは、蛍光物質が内部に混入または表面に堆積

され、前記半導体発光素子から放出された第1の波長の光が前記蛍光物質に吸収され、前記第1の波長と異なる第2の波長の光に変換されて放出されるようにしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項35】前記半導体発光素子は、窒化ガリウム系半導体からなる発光層を有し、

前記第1の波長は、前記第2の波長よりも短いことを特徴とする請求項13～35のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

【請求項36】前記半導体発光素子は、ZnSe、ZnS、BN、およびSiCからなる群から選択された材料からなる発光層を有し、

前記第1の波長は、前記第2の波長よりも短いことを特徴とする請求項13～35のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

【請求項37】前記第1の波長は、380nm以下であることを特徴とする請求項13～36のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

【請求項38】前記第2の波長は、可視光領域の波長であることを特徴とする請求項13～37のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

【請求項39】前記第2の波長は、赤色と緑色と青色とにそれぞれ対応する3種類の波長を少なくとも含むことを特徴とする請求項13～38のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

【請求項40】実装部材の上に半導体発光素子を実装する工程と、

前記半導体発光素子の上に粘着性あるいは接着性の媒体を塗布する工程と、

前記媒体の上に蛍光体を散布する工程と、

前記媒体を乾燥させる工程と、を備えたことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項41】実装部材の上に半導体発光素子を実装する工程と、

前記半導体発光素子の上に予め蛍光体を分散させた粘着性あるいは接着性の媒体を塗布する工程と、

前記媒体を乾燥させる工程と、を備えたことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項42】前記媒体は、無機の重合体、ゴム、澱粉質、およびタンパク質からなる群から選択された材料を主成分としていることを特徴とする請求項40または41に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体発光素子、半導体発光装置およびその製造方法に関する。より詳しくは、本発明は、蛍光体を励起することにより、高い効率で波長変換された光を外部に取り出すことができる半導体発光素子、半導体発光装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体発光素子およびそれを搭載した各種の半導体発光装置は、コンパクト且つ低消費電力であり、信頼性に優れるなどの多くの利点を有し、近年では、種々の高い発光輝度が要求される室内外の表示板、鉄道／交通信号、車載用灯具などについても広く応用されつつある。

【0003】これらの半導体発光素子のうちで、窒化ガリウム系半導体を用いた発光素子が最近、注目されている。窒化ガリウム系半導体は、直接遷移型のIII-V族化合物半導体であり、比較的短い波長領域において高効率で発光させることができるという特徴を有する。

【0004】なお、本明細書において「窒化ガリウム系半導体」とは、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x, y \leq 1, x+y \leq 1$) なる化学式において組成比 x 及び y を零から1の範囲で変化させたすべての組成の半導体を含むものとする。例えば、 InGaN ($x>0, y=0$) も「窒化ガリウム系半導体」に含まれるものとする。

【0005】窒化ガリウム系半導体は、組成 x 及び y を制御することによってバンドギャップが1.89～6.2eVまで変化するために、LEDや半導体レーザの材料として有望視されている。特に、青色や紫外線の波長領域で高輝度に発光させることができれば、各種光ディスクの記録容量を倍増させ、表示装置のフルカラー化を可能にすることができる。そこで、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 系半導体を用いた短波長発光素子は、その初期特性や信頼性の向上に向けて急速に開発が進められている。

【0006】このような窒化ガリウム系半導体を用いた従来の発光素子の構造を開示した参考文献としては、例えば、Jpn. J. Appl. Phys., 28 (1989) p. L2112, Jpn. J. Appl. Phys., 32 (1993) p. L8 或いは特開平5-291621号公報を挙げることができる。

【0007】図97は、従来の窒化ガリウム系発光素子の構成を表す概略断面図である。その概略構成について説明すると以下の如くである。すなわち、発光素子100は、サファイア基板112上に積層された半導体の多層構造を有する。サファイア基板112上には、バッファ層114、n型コンタクト層116、n型クラッド層118、発光層120、p型クラッド層122およびp型コンタクト層124がこの順序で形成されている。

【0008】バッファ層114の材料は、例えばn型のGa₂O₃とすることができる。n型コンタクト層116は、n側電極134とのオーミック接触を確保するように高いキャリア濃度を有するn型の半導体層であり、その材料は、例えば、Ga₂O₃とすることができる。n型クラッド層118およびp型クラッド層122は、それぞれ発光層120に光を閉じこめる役割を有し、発光層よりも低い屈折率を有することが必要とされる。その材料

は、例えば、発光層120よりもバンドギャップの大きいAlGa₂O₃とすることができる。発光層120は、発光素子に電流として注入された電荷が再結合することにより発光を生ずる半導体層である。その材料としては、例えば、アンドープのInGa₂O₃を用いることができる。p型コンタクト層124は、p側電極とのオーミック接触を確保するように高いキャリア濃度を有するp型の半導体層であり、その材料は、例えば、Ga₂O₃とすることができる。

【0009】p型コンタクト層124の上には、p側電極層126が堆積されている。また、n型コンタクト層118の上には、n側電極層134が堆積されている。

【0010】p型コンタクト層124の上の一部には、電流阻止層130が形成されている。電流阻止層130の上にはAuからなるボンディング・パッド132が堆積され、その一部分はp側電極126と接触している。ボンディング・パッド132には、駆動電流を素子に供給するための図示しないワイアがボンディングされる。

【0011】電流阻止層130は、Au電極132の下部で発光が生ずるのを抑制する役割を有する。すなわち、発光素子100では、発光層120で生じた発光を電極層126を透過させて上方に取り出すようにされている。しかし、ボンディング・パッド132では電極の厚さが厚いために光を透過させることができない。そこで、電流阻止層130を設けることにより、ボンディング・パッド132の下に駆動電流が注入されないようにして、無駄な発光を抑制するようにしている。

【0012】また、n側電極層134の上にもボンディング・パッド132が積層されている。ボンディング・パッド132は、Auを厚く堆積することにより形成することができる。さらに、ボンディング・パッド132以外の表面部分は、酸化シリコン層145により覆われている。

【0013】以上説明した発光素子100は、リードフレームや実装基板などの図示しないマウント部材に対して、基板112の裏面側が接着され、ボンディング・パッド132にそれぞれワイアがボンディングされて、駆動電流が供給される。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図97に示したような従来の発光装置では、半導体発光素子からの発光を直接外部に取り出す構造であるために、以下に列挙するような問題があった。

【0015】まず第1に、発光素子の構造のばらつきにより、発光波長が素子ごとにばらつくという問題があった。すなわち、半導体発光素子は、同一の条件で製造しても、不純物の混入量や各層厚などがばらつくことによって、その発光波長がばらつく傾向を有する。

【0016】第2に、駆動電流によって、発光波長が変

化するという問題があった。すなわち、半導体発光素子に供給する電流量に応じて、その発光波長が変動することがあり、発光輝度と発光波長とを独立して制御することが困難であるという問題があった。

【0017】第3に、温度によって、発光波長が変化するという問題があった。すなわち、半導体発光素子の特に発光層部分の温度が変化すると、発光層の実効的なバンドギャップも変化するために、発光波長が変動するという問題があった。

【0018】第4に、発光波長に応じて、内蔵する半導体発光素子の材料や構造を適宜選択し、変更しなければならないという問題もあった。例えば、赤色において発光させるためには、AlGaAs系材料を用い、黄色においてはGaAsP系またはInGaAlP系材料、緑色系においてはInGaAlP系またはGaP系材料、青色においてはInGaN系材料の如く、最適な材料をその波長に併せて選択しなければならないという問題があった。

【0019】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明は、発光波長が極めて安定で、しかも、可視光から赤外線領域までの種々の波長において高い輝度で発光させることができる半導体発光素子、半導体発光装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明は、波長変換機能を有する蛍光物質を半導体発光素子の内部、表面、または、半導体発光装置の樹脂部分または、その他の外囲器の表面または内部に適宜、混合、堆積、または配置することによって、半導体発光素子からの発光をきわめて高い効率で波長変換し、外部に取り出すことができる半導体発光素子および発光装置を提供するものである。

【0021】すなわち、本発明による半導体発光素子は、第1の波長の光を放出する発光層と、前記発光層が放出する前記第1の波長の光を吸収して前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を放出する蛍光物質と、を備えたことを特徴とし、発光波長が極めて安定で、発光色の調節も容易であるなどの種々の利点を有する。

【0022】また、第1の電極と、前記第1の電極に接続され、第1の導電性を有する第1の半導体層と、前記第1の半導体層の上に設けられ、第1の波長の光を放出する発光層と、前記発光層の上に設けられ、第2の導電性を有する第2の半導体層と、前記第2の半導体層に接続された第2の電極と、を少なくとも備えた半導体発光素子であって、前記発光層から放出される前記第1の波長の光を吸収し前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を放出する蛍光物質を有することを特徴とするものとして構成することもできる。

【0023】同様に、半導体発光装置において、実装部材の各所に適宜蛍光体を配置することにより、高効

率で波長変換することができる。

【0024】また、本発明による半導体発光装置の製造方法は、実装部材の上に半導体発光素子を実装する工程と、前記半導体発光素子の上に粘着性あるいは接着性の媒体を塗布する工程と、前記媒体の上に蛍光体を散布する工程と、前記媒体を乾燥させる工程と、を備えたことを特徴とするものとして構成され、あるいは、蛍光体は、媒体中に予め分散させておいても良い。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明は、波長変換機能を有する蛍光物質を半導体発光素子の内部、表面、または、半導体発光装置の樹脂部分または、その他の外囲器の表面または内部に適宜、混合、堆積、または配置することによって、半導体発光素子からの発光をきわめて高い効率で波長変換し、外部に取り出すことができる半導体発光素子および発光装置を提供するものである。

【0026】以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。まず、本発明の第1の実施の形態として、蛍光物質を含有させた半導体発光素子について具体例を挙げて説明する。

【0027】図1は、本発明による第1の半導体発光素子の概略構成を表す断面図である。すなわち、本発明による半導体発光素子10は、窒化ガリウム系半導体発光素子であり、サファイア基板12上に積層された層構造を有する。サファイア基板12上には、バッファ層14、n型コンタクト層16、n型クラッド層18、発光層20、p型クラッド層22およびp型コンタクト層24がこの順序で形成されている。

【0028】バッファ層14の材料は、例えばn型のGaNとすることができる。n型コンタクト層16は、n側電極34とのオーミック接触を確保するように高いキャリア濃度を有するn型の半導体層であり、その材料は、例えば、GaNとすることができる。n型クラッド層18およびp型クラッド層22は、それぞれ発光層20に光を閉じこめる役割を有し、発光層よりも低い屈折率を有することが必要とされる。その材料は、例えば、発光層20よりもバンドギャップの大きいAlGaNとすることができる。発光層20は、発光素子に電流として注入された電荷が再結合することにより発光を生ずる半導体層である。その材料としては、例えば、アンドープのInGaNを用いることができる。p型コンタクト層24は、p側電極とのオーミック接触を確保するように高いキャリア濃度を有するp型の半導体層であり、その材料は、例えば、GaNとすることができる。

【0029】p型コンタクト層24の上には、p側電極層26が堆積されている。p側電極層26は、例えば、金などの金属材料を透光性を有するように薄く堆積することにより形成することができる。または、p側電極層26は、インジウム錫酸化物(ITO)などの透光性導電膜により形成しても良い。また、n型コンタクト層1

6の上には、n側電極層34が堆積されている。

【0030】p型コンタクト層24の上の一部分には、電流阻止層30が形成されている。電流阻止層30の上にはAuからなるボンディング・パッド32が堆積され、その一部分はp側電極26と接触している。ボンディング・パッド32には、駆動電流を素子に供給するための図示しないワイアがボンディングされる。

【0031】電流阻止層30は、Au電極32の下部で発光が生ずるのを抑制する役割を有する。すなわち、発光素子10では、発光層20で生じた発光を電極層26を透過させて上方に取り出すようにされている。しかし、ボンディング・パッド32では電極の厚さが厚いために光を透過させることができない。そこで、電流阻止層30を設けることにより、ボンディング・パッド32の下に駆動電流が注入されないようにして、無駄な発光を抑制するようにしている。

【0032】また、n側電極層34の上にもボンディング・パッド32が積層されている。ボンディング・パッド32は、Auを厚く堆積することにより形成することができる。さらに、ボンディング・パッド32以外の表面部分は、酸化シリコン層45により覆われている。

【0033】本発明においては、このような半導体発光素子10の少なくともいずれかの部分に蛍光物質を含有させ、あるいは堆積する。紫外線領域の光で効率良く励起される蛍光体としては、例えば、赤色の発光を生ずるものとしては、 $Y_2O_2S:Eu$ 、青色の発光を生ずるものとしては、 $(Sr, Ca, Ba, Eu)_{10}(PO_4)_6 \cdot Cl_2$ 、緑色の発光を生ずるものとしては、 $3(Ba, Mg, Eu, Mn)O \cdot 8Al_2O_3$ などを挙げることができる。これらの蛍光物質を適当な割合で混合すれば、可視光領域の殆どすべての色調を表現することができる。

【0034】また、これらの蛍光物質は、340~380nmの波長帯において吸収ピークを有する。従って、これらの蛍光物質により効率的に波長変換を行うためには、発光層20が380nm以下の波長帯の紫外線を放出するようにすることが望ましい。

【0035】半導体発光素子に蛍光物質を含有させる箇所としては、まず、p側電極層26を挙げることができる。次に、酸化シリコン層45あるいは電流阻止層30を挙げることができる。また、各半導体層14~24のうちの少なくともいずれかの層を挙げることができる。さらに、基板12を挙げることができる。

【0036】蛍光物質をp側電極26に含有させる方法としては、例えば、スパッタリング法や蒸着法を挙げることができる。すなわち、これらの方法により電極26を形成するに際して、蛍光物質も同時に添加することにより、含有させることができる。酸化シリコン膜45に対しても同様の方法によって蛍光物質を含有させることができる。あるいは、CVD法によって、蛍光物質を添

加しても良い。

【0037】また、蛍光物質を半導体層14~24のいずれかに含有させる方法としては、例えば、結晶成長工程において、蛍光物質を同時に添加する方法や、結晶成長後に、例えばイオン注入法により蛍光物質を半導体結晶中に打ち込む方法を挙げることができる。基板12に対しても同様の方法によって、蛍光物質を添加することができる。

【0038】一方、半導体発光素子10の層間や表面に蛍光物質を堆積しても良い。すなわち、基板12~p型コンタクト層24の間のいずれかの層間や、半導体層と酸化シリコン層45との間、半導体層と電極26或いは34との間、酸化シリコン層45の表面、電極26或いは34の表面などに堆積しても良い。このような蛍光物質の堆積の方法としては、例えば、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、塗布法などを挙げることができる。また、例えば、p型コンタクト層24の上に蛍光物質を絶縁膜として形成し、電流ブロック層としての効果を得ることもできる。

【0039】また、発光素子の表面に蛍光物質を堆積する方法としては、例えば、蛍光体を溶媒に分散させ、発光素子の表面に塗布し、乾燥させる方法を挙げることができる。ここで、蛍光体を分散させる溶媒としては、例えば、珪酸アルカリ溶液、珪酸コロイド水溶液、燐酸塩水溶液、珪酸化合物溶解有機溶剤、ゴム配合有機溶剤、天然系グルー水溶液などを挙げることができる。また、これらの溶媒に蛍光体を分散させて発光素子の表面に塗布する方法の他に、例えば、これらの溶媒を発光素子の表面に塗布し、その上から蛍光体をふりかける、あるいは吹き付けることによって、蛍光体層を堆積することができる。

【0040】本発明によれば、このように、半導体発光素子のいずれかの箇所に蛍光物質を含有させ、あるいは堆積することによって、半導体発光素子から放出された光をより長波長の光に変換して、外部に供給することができる。

【0041】例えば、発光素子の発光層20が、GaNからなる場合には、得られる発光波長は、発光波長が360~380ナノメートルの紫外線領域の光であり、この紫外線領域の光を蛍光物質で波長変換して、所定の可視光あるいは赤外線領域の光として外部に取り出すことができる。

【0042】また、発光層20が、InGaNからなる場合には、そのインジウム組成に応じて、例えば、青色の発光を得ることもできる。この場合にも、この青色領域の発光を受けて波長変換し、より長波長の光を放出する蛍光物質を用いることによって、本発明による半導体発光素子を構成することができる。このような蛍光物質としては、前述した無機蛍光体の他に有機蛍光体を挙げることができる。有機蛍光体としては、例えば、赤色

の発光を生ずるものとしては、rhodamine B、緑色の発光を生ずるものとしては、brilliant sulfonflavine FFなどを挙げることができる。

【0043】本発明によれば、半導体発光素子の発光層からの発光を直接取り出すことがなく、蛍光物質により波長変換することとしているので、前述したような、素子の製造パラメータのばらつき、駆動電流、温度などに依存して、波長が変動するという問題を解消することができる。すなわち、本発明によれば、発光素子の発光輝度と発光波長とを独立して制御することができるようになる。

【0044】また、本発明によれば、前述したような蛍光物質を適宜組み合わせることによって、容易に複数の発光波長を得ることができる。例えば、赤（R）、緑（G）、青（B）の蛍光物質を適宜混合して、発光素子に含有させれば、白色光の発光を容易に得ることができる。

【0045】なお、図1に示した例においては、基板12としてサファイアを用いた窒化ガリウム系半導体発光素子を例に挙げて説明したが、これ以外にも、例えば、SiCやGaN、スピネル、ZnO、シリコン、GaAsなど、種々の基板を用いた窒化ガリウム系半導体発光素子について、本発明は同様に適用することができる。

【0046】さらに、その構造についても、例示したダブルヘテロ構造に限定されず、その他にも、例えば、シングルヘテロ構造や、多重量子井戸型構造など、種々の構造の半導体発光素子について、本発明は同様に適用することができる。

【0047】次に、本発明による第2の半導体発光素子について説明する。図2は、本発明による第2の半導体発光素子の概略構成を表す断面図である。すなわち、本発明による半導体発光素子50は、ZnSe系半導体発光素子であり、基板52上に積層された層構造を有する。すなわち、GaAs基板52上には、バッファ層54、n型クラッド層58、発光層60、p型クラッド層62および光透過性導電膜64がこの順序で形成されている。

【0048】バッファ層54の材料は、例えばn型のZnSeとすることができる。n型クラッド層58およびp型クラッド層62は、それぞれ発光層60に光を閉じこめる役割を有し、発光層よりも低い屈折率を有することが必要とされる。その材料は、例えば、発光層60よりもバンドギャップの大きいZnSとすることができる。発光層60は、発光素子に電流として注入された電荷が再結合することにより発光を生ずる半導体層である。その材料としては、例えば、アンドープのZnSeを用いることができる。光透過性導電膜64は、光透過率が高い導電性の膜であり、例えば、酸化インジウム・スズ（ITO）により形成することができる。

【0049】光透過性導電膜64の上には、p側電極66が堆積されている。p側電極66は、例えば、金などの金属材料を堆積することにより形成することができる。また、基板52の裏面には、n側電極68が形成されている。さらに、素子の表面は、酸化シリコンなどの保護膜70により適宜覆われている。

【0050】図2に示した半導体発光素子50においても、前述した発光素子と同様に、いずれかの箇所に蛍光物質を含有させ、あるいは堆積することによって、発光層60からの光を波長変換して外部に取り出すことができるようにされている。

【0051】すなわち、ZnSe系半導体発光素子50においては、発光層60から、青色領域ないし青紫色領域の波長を有する光が得られる。この青色光を蛍光物質により、波長変換して、より長波長の可視光あるいは赤外線を外部的に取り出すことができる。

【0052】半導体発光素子50に蛍光物質を含有させる箇所も、前述の発光素子10と同様に種々の箇所を挙げることができる。すなわち、まず、p側電極層66を挙げることができる。次に、光透過性導電膜64を挙げることができる。さらに、保護膜70を挙げることができる。また、各半導体層54～62のうちの少なくともいずれかの層を挙げることができる。さらに、基板52を挙げることができる。

【0053】蛍光物質をp側電極66や光透過性導電膜64に含有させる方法としては、例えば、スパッタリング法や蒸着法を挙げることができる。すなわち、これらの方法により電極66や導電膜64を形成するに際して、蛍光物質も同時に添加することにより、含有させることができる。保護膜70に対しても同様の方法によって蛍光物質を含有させることができる。あるいは、CVD法によって、蛍光物質を添加しても良い。

【0054】また、蛍光物質を半導体層54～62のいずれかに含有させる方法としては、例えば、結晶成長工程において、蛍光物質を同時に添加する方法や、結晶成長後に、例えばイオン注入法により蛍光物質を半導体結晶中に打ち込む方法を挙げることができる。基板52に対しても同様の方法によって、蛍光物質を添加することができる。

【0055】一方、半導体発光素子50の層間や表面に蛍光物質を堆積しても良い。すなわち、基板52～光透過性導電膜64の間のいずれかの層間や、保護膜70との間、半導体層と電極66或いは68との間、保護膜70の表面、電極66或いは68の表面などに堆積しても良い。このような蛍光物質の堆積の方法としては、例えば、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、塗布法などを挙げることができる。また、例えば、光透過性導電膜64の上に蛍光物質を絶縁膜として形成し、電流ブロック層としての効果を得ることもできる。

【0056】本発明によれば、このように、半導体発光

素子のいずれかの箇所蛍光物質を含有させ、あるいは堆積することによって、半導体発光素子から放出された光をより長波長の光に変換して、外部に供給することができる。

【0057】また、図2においては、ZnSe系半導体発光素子を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、本発明は、この他にも、SiC系、ZnS系、BN系などの種々の半導体発光素子について同様に適用することができる。すなわち、これらの半導体発光素子も、青色などの短波長領域において高い効率で発光させることが可能であり、この短波長領域の光を蛍光物質で波長変換して、可視光または赤外線を取り出すことができるようになる。

【0058】次に、本発明の第2の実施形態として、前述したような本発明による半導体発光素子を搭載した発光装置について、13例の具体例を挙げて説明する。

【0059】図3は、本実施形態に係る第1の半導体発光装置を表す断面模式図である。同図に表した半導体発光装置100Aは、いわゆる「リード・フレーム・タイプ」の「LEDランプ」と称されるものである。すなわち、半導体発光素子10または50は、リード・フレーム110のカップの底部にマウントされている。そして、発光素子のp側電極およびn側電極は、それぞれ、リード・フレーム110および120に対して、ワイア130、130により接続されている。さらに、リード・フレームの先端部は、樹脂140によりモールドされ保護されている。

【0060】本発明によれば、半導体発光素子10または50に蛍光物質が含まれているので、発光装置の組立に際して、蛍光物質を含まない一般的な発光装置と全く同一の工程により組立てることができる。また、封止樹脂内に蛍光物質を含まないために、温度変化に対する耐久性が劣化することがない。従って、樹脂内に蛍光物質を含有した発光装置と比較して、信頼性を改善することができる。さらに、発光素子の発光層の発光波長が380nm以下の紫外線であるような場合でも、発光素子の外部に光が取り出される前に蛍光物質により波長が長波長側に変換されるため、紫外線による封止樹脂やその他の実装部材などに対するダメージを解消することができる。また、半導体発光素子として、半導体レーザを用いた場合にも、組立工程において蛍光物質を塗布するプロセスを省略することができるので、同様に生産性や信頼性を向上することができる。また、蛍光物質を含有した樹脂充填用のカップ状外囲器を設ける必要もなく、生産性が飛躍的に向上する。

【0061】次に、図1あるいは図2に示した半導体発光素子を搭載した半導体発光装置の変型例について説明する。図4は、本実施形態に係る第2の半導体発光装置を表す一部断面模式図である。同図に表した半導体発光装置200Aは、いわゆる「ステム・タイプ」の「LED

ランプ」と称されるものである。ここで、ステム210は、リード・ピン222と226とが、絶縁性部材220によりモールド固定された構成を有する。この絶縁性部材220としては、例えば、セラミクスや樹脂などを用いることができる。リード・ピン222と226とは、それぞれ外部にのびたアウター・リード224、228を有する。半導体発光素子10または50は、リードピン222の頂部にマウントされている。そして、発光素子の一方の電極は、リード・ピン226に対して、ワイア230により接続されている。さらに、発光素子は、樹脂240によりモールドされ保護されている。

【0062】図4に示したようなステム・タイプのLEDランプにおいても、本発明による半導体発光素子10または50を搭載することによって、図3に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0063】図5は、本実施形態に係る第3の半導体発光装置を表す断面模式図である。同図に表した半導体発光装置250Aは、いわゆる「基板タイプ」の「表面実装(SMD)ランプ」と称されるものである。すなわち、SMDランプ250Aにおいては、基板260の表面に電極パターン272、274が形成され、この一方に、本発明による半導体発光素子10または50がマウントされている。ここで、基板260の材質としては、例えば、エポキシなどの樹脂、あるいは、アルミナやガラスなどのセラミクスなどを挙げることができる。半導体発光素子の電極は、ワイア280によって電極パターン274に接続されている。そして、発光素子は、樹脂290によりモールドされ保護されている。

【0064】図5に示したような基板タイプのSMDランプ250Aにおいても、本発明による半導体発光素子10または50を搭載することによって、図3に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0065】図6は、本実施形態に係る第4の半導体発光装置を表す断面模式図である。同図に表した半導体発光装置300Aは、いわゆる「リード・フレーム・タイプ」の「表面実装(SMD)ランプ」と称されるものである。すなわち、SMDランプ300Aにおいては、リード・フレーム310に、本発明による半導体発光素子10または50がマウントされている。ここで、リード・フレーム310の材質としては、例えば、金メッキされた銅などの金属材料を挙げることができる。半導体発光素子の電極は、ワイア330によってリード・フレーム310の電極端子に接続されている。そして、発光素子は、樹脂340によりモールドされ保護されている。

【0066】図6に示したようなリード・フレーム・タイプのSMDランプ300Aにおいても、本発明による半導体発光素子10または50を搭載することによって、図3に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0067】図7は、本実施形態に係る第5の半導体発

光装置を表す断面模式図である。同図に表した半導体発光装置350Aは、いわゆる「面発光型」と称される半導体発光装置である。すなわち、面発光型装置350Aにおいては、リード・フレーム360、362に、本発明による半導体発光素子10または50がそれぞれマウントされている。それぞれの半導体発光素子は、ワイヤ380、380、・・・により、リード・フレームに接続されている。そして、それぞれの半導体発光素子は、反射板370のカップ部の内部において、樹脂390によりモールドされている。

【0068】それぞれの半導体発光素子から出射した光は、反射板370により反射されて、面状の光となり、外部に取り出すことができる。

【0069】図7に示したような面発光型の半導体発光装置350Aにおいても、本発明による半導体発光素子10または50を搭載することによって、図3に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0070】図8は、本実施形態に係る第6の半導体発光装置を表す断面模式図である。同図に表した半導体発光装置400Aは、いわゆる「ドーム型」と称される半導体発光装置である。すなわち、ドーム型装置400Aにおいては、リード・フレーム410に、本発明による半導体発光素子10または50が複数個、例えば5～10個程度、円周上にマウントされている。それぞれの半導体発光素子は、図示しないワイヤよりリード・フレーム410の所定の端子に接続されている。そして、それぞれの半導体発光素子は、封止樹脂440によりモールドされている。

【0071】このようなドーム型半導体発光装置400Aは、多数の半導体発光素子を搭載しているので、輝度が高く、また均一な光を取り出すことができるという利点を有する。

【0072】図8に示したようなドーム型半導体発光装置400Aにおいても、本発明による半導体発光素子10または50を搭載することによって、図3に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0073】図9は、本実施形態に係る第7の半導体発光装置を表す模式図である。すなわち、同図(a)に平面図、同図(b)に断面図として表した半導体発光装置450Aは、いわゆる「メータ指針型」と称される半導体発光装置である。このようなメータ指針型半導体発光装置450Aは、自発光型の指針として、例えば、自動車のスピード・メータに用いられる。本発明によるメータ指針型装置450Aにおいては、所定の基板あるいはリード・フレーム460の上に、本発明による半導体発光素子10または50が複数個、例えば5～20個程度、所定の間隔をおいてマウントされている。それぞれの半導体発光素子は、図示しないワイヤにより、所定の端子に接続されている。そして、それぞれの半導体発光素子は、封止樹脂490によりモールドされている。ま

た、このメータ指針型装置450Aは、取り付けフランジ466により、例えばスピード・メータの軸に取り付けられるようにされている。

【0074】このようなメータ指針型半導体発光装置450Aは、小型で軽量であり、多数の半導体発光素子を搭載しているので、輝度が高く、また均一な光を取り出すことができるという利点を有する。

【0075】図9に示したようなメータ指針型半導体発光装置450Aにおいても、本発明による半導体発光素子10または50を搭載することによって、図3に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0076】また、異なる発光色を有する半導体発光素子を並べることにより、指針上に発光色の分布を設けることも容易となる。このような場合においても、本発明によれば、用いる半導体発光素子に含有させる蛍光体の種類を変えるだけで済み、半導体素子の材料や構造は同一とすることができるので、駆動電流や、供給電圧は、共通にすることができるという利点も生ずる。

【0077】図10は、本実施形態に係る第8の半導体発光装置を表す模式図である。同図に表した半導体発光装置500Aは、いわゆる「7セグメント型」と称される半導体発光装置であり、この中でも特に「基板タイプ」と称されるものを表したものである。7セグメント型発光装置とは数字を表示する発光装置であり、同図

(a)はその全体斜視図、同図(b)はその一部透視斜視図である。また、「基板タイプ」には、同図(c)に断面図で示した「中空タイプ」と、同図(d)に断面図で示した「樹脂封止タイプ」とがある。いずれのタイプも基板510の上に半導体発光素子10または50がマウントされた型式のものである。「中空タイプ」は、半導体発光素子の周囲が中空であり、「樹脂封止タイプ」は、半導体発光素子の周囲が樹脂540で封止されている。

【0078】いずれの装置においても、半導体発光素子10または50の電極は、ワイヤ530によって所定の端子に接続されている。また、半導体発光素子から放出された光は、反射板520により反射され、外部に取り出すことができる。また、光の取り出し部には、必要に応じて、カラーフィルタ544や光拡散フィルム548などを設けても良い。

【0079】図10に示したような7セグメント型半導体発光装置500Aにおいても、本発明による半導体発光素子10または50を搭載することによって、図3に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0080】図11は、本実施形態に係る第9の半導体発光装置を表す模式図である。同図に表した半導体発光装置550Aも、いわゆる「7セグメント型」と称される半導体発光装置であり、この中でも特に「リード・フ

「レーム・タイプ」と称されるものの要部断面を表したものである。すなわち、本発明による半導体発光層 10 または 50 は、リード・フレーム 560 にマウントされ、ワイア 580 により所定の配線が施されている。また、半導体発光素子は、樹脂 590 によって封止されている。半導体発光素子から放出された光は、反射板 570 により反射され、外部に取り出すことができる。

【0081】図 11 に示したような 7 セグメント型半導体発光装置 550A においても、本発明による半導体発光素子 10 または 50 を搭載することによって、図 3 に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0082】図 12 は、本実施形態に係る第 10 の半導体発光装置を表す模式図である。すなわち、同図 (a) に平面図、同図 (b) に断面図として表した半導体発光装置 600A は、いわゆる「レベル・メータ型」と称される半導体発光装置である。このようなレベル・メータ型装置 600A は、例えば、自動車のスピードやエンジン回転数を表示するレベル・メータとして用いられる。本発明によるレベル・メータ型装置 600A においては、取り付けフランジ 602 に固定された所定の基板あるいはリード・フレーム 610 の上に、本発明による半導体発光素子 10 または 50 が複数個、例えば 10～30 個程度、所定の間隔をおいてマウントされている。ここで、多くの場合には、点灯させる発光素子の位置に応じて発光色が段階的あるいは連続的に変化するように、順次異なる発光色を有する半導体発光素子がマウントされる。それぞれの半導体発光素子は、図示しないワイアにより所定の端子に接続されている。そして、それぞれの半導体発光素子は、樹脂 640 によりモールドされている。

【0083】図 12 に示したようなレベル・メータ型半導体発光装置 600A においても、本明による半導体発光素子 10 または 50 を搭載することによって、図 3 に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0084】また、このようなレベル・メータ型半導体発光装置においては、異なる発光色を有する半導体発光素子を並べる必要が多いが、本発明によれば、発光色の変更は、半導体発光素子に含有させる蛍光体の種類を変えるだけで済み、半導体素子の材料や構造は同一とすることができるので、駆動電流や、供給電圧、あるいは素子のサイズなどは、共通にすることができるという利点も生ずる。

【0085】図 13 は、本実施形態に係る第 11 の半導体発光装置を表す模式図である。すなわち、同図 (a) に斜視図、同図 (b) に要部断面図として表した半導体発光装置 650A は、いわゆる「マトリクス型」と称される半導体発光装置である。このようなマトリクス型装置 650A は、同図 (a) に示したように、半導体発光

素子がそれぞれ配置されている発光部 652 が縦横マトリクス状に配置されたものであり、かな、数字、漢字、記号、あるいはその他の図形などを表示することができる。

【0086】本発明によるマトリクス型発光装置 650A は、図 13 (b) に断面図に表したように、基板 660 の上に本発明による半導体発光素子 10 または 50 がマウントされ、図示しないワイアにより所定の端子に接続されている。また、半導体発光素子は、樹脂 690 により封止されている。半導体発光素子から放出された光は、反射板 670 により反射され、外部に取り出すことができる。また、必要に応じて、カラーフィルタ 692 や光拡散フィルム 694 を設けることもできる。

【0087】図 13 に示したようなマトリクス型半導体発光装置 650A においても、本明による半導体発光素子 10 または 50 を搭載することによって、図 3 に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0088】また、このようなマトリクス型半導体発光装置において、異なる発光色を有する半導体発光素子を並べる必要がある場合にも、本発明によれば、発光色の変更は、半導体発光素子に含有させる蛍光体の種類を変えるだけで済み、半導体素子の材料や構造は同一とすることができるので、駆動電流や、供給電圧、あるいは素子のサイズなどは、共通にすることができるという利点も生ずる。さらに、同一色間において色のばらつきが少ないという利点も生ずる。

【0089】図 14 は、本実施形態に係る第 12 の半導体発光装置を表す模式図である。同図に組立図として表した半導体発光装置 700A は、いわゆる「アレイ型」と称される半導体発光装置であり、例えばファックス (FAX) やスキャナなどの光源部に使用される。このようなアレイ型装置 700A は、基板 720 の上にレール状の反射板 722 が設けられ、その間に本発明による半導体発光素子 10 または 50 が直線状に配置されている。それぞれの半導体発光素子の間には、仕切板 724 が設けられている。また、発光素子の上には、ロッド・レンズ 740 が配置され、それぞれの発光素子からの光を集光して外部に取り出すことができるようにされている。

【0090】図 14 に示したようなアレイ型半導体発光装置 700A においても、本明による半導体発光素子 10 または 50 を搭載することによって、図 3 に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。また、同一色の間での色のばらつきが少ないという利点も生ずる。

【0091】また、このようなアレイ型半導体発光装置において、異なる発光色を有する半導体発光素子を並べる必要がある場合にも、本発明によれば、発光色の変更は、半導体発光素子に含有させる蛍光体の種類を変える

だけで済み、半導体素子の材料や構造は同一とすることができ、駆動電流や、供給電圧、あるいは素子のサイズなどは、共通にすることができるという利点も生ずる。

【0092】図15は、本実施形態に係る第13の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置750Aは、いわゆる「キャン型レーザ」と称される半導体発光装置である。このようなキャン型レーザ750Aにおいては、ステム770の先端部に、本発明による半導体発光素子10または50が直線状に配置されている。ここで、半導体発光素子10または50は、レーザ素子である。半導体発光素子の背面側には、モニタ用の受光素子775が配置され、半導体発光素子10または50の光出力をモニタできるようにされている。また、ステム770の頭部は、キャン790により封止され、レーザ光は取り出し窓792を介して、外部に取り出すことができるようにされている。

【0093】図15に示したようなキャン型レーザ半導体発光装置750Aにおいても、本明による半導体発光素子10または50を搭載することによって、図3に関して前述したような種々の効果を同様に得ることができる。

【0094】以上、本発明の第1の実施形態として蛍光体を適宜含有させた半導体発光素子と、本発明の第2の実施形態としてこのような半導体発光素子を搭載した半導体発光装置とについて、それぞれ具体例を例示しつつ説明した。次に、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態においては、半導体発光素子を実装部材にマウントした後に、蛍光物質を所定の方法により堆積する。図16は、本実施形態による半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図の半導体発光装置100Bは、リード・フレーム・タイプのLEDランプである。本実施形態においては、リード・フレーム110に、半導体発光素子990をマウントし、しかる後に、半導体発光素子990の表面に蛍光物質を堆積させて、蛍光体層FLを形成する。

【0095】ここで、半導体発光素子990としては、蛍光物質を含有しているものである必要はない。しかし、通常得られる多くの蛍光物質において高い波長変換効率を得るためには、青色若しくはそれよりも波長が短い紫外線領域において、高い輝度を有する半導体発光素子であることが望ましい。このような半導体発光素子としては、例えば、図1や図2に関して説明したような、GaN系、ZnSe系、SiC系、ZnS系、BN系などの半導体材料を発光層に用いた発光素子を挙げることができる。

【0096】蛍光物質の堆積の方法としては、所定の溶媒に蛍光体を分散させ、半導体発光素子990の表面に塗布して乾燥させる方法と、所定の溶媒を半導体発光素子990の表面に塗布してから、蛍光体をふりかけ、あ

るいは吹き付けて、乾燥させる方法とがある。

【0097】溶媒としては、接着性あるいは粘着性を有するものが望ましい。具体的には、例えば、無機の重合体を主成分とするものや、ゴム系有機物質を主成分とするもの、あるいは澱粉質やタンパク質を主成分とするものを挙げることができる。ここで、無機系の溶媒を用いた場合には、耐熱性や耐薬品性が高く、不燃性も得られる点で有利である。また、ゴム系、澱粉質あるいはタンパク質を用いた場合には、乾燥後の応力が緩和され、溶媒の残留応力に起因する素子の劣化やワイアの断線などの不良を防止することができる点で有利である。また、澱粉質やタンパク質は、水溶性を有する点で扱いやすいという利点も有する。

【0098】溶媒としては具体的には、例えば、珪酸アルカリ水溶液、珪酸コロイド水溶液、磷酸塩水溶液、珪酸化合物溶解有機溶剤、ゴム配合有機溶剤、天然系グルー水溶液などを挙げることができる。

【0099】また、これらの溶媒は、乾燥固化した後の光屈折率が、半導体発光素子の光出射部の光屈折率とその外側の光屈折率との間の値を有するものであることが望ましい。例えば、半導体発光素子を樹脂で封止するような場合においては、固化した溶媒の光屈折率は、半導体発光素子の光出射部の光屈折率と樹脂の光屈折率との間の値であるようにすることが望ましい。このようにすれば、光の取り出し部において、全反射を防ぐことにより、取り出し効率を改善することができるからである。

【0100】一方、本実施形態において用いる蛍光物質としては、第1実施形態において説明したような種々の無機蛍光体や有機蛍光体を適宜選択して用いることができる。その選択に際しては、用いる半導体発光素子の発光波長と、所望の取り出し光の波長との関係において、高い波長変換効率を有するような蛍光物質を選択することが望ましい。

【0101】本実施形態によれば、このように、半導体発光素子990の光出射部に蛍光体層FLを堆積させるので、発光素子からの発光をほぼ100%に近い効率で蛍光物質に吸収させ、波長変換することができる。特に、発光素子の発光波長が380nm以下の紫外線の場合に有効である。

【0102】また、本実施形態においては、光源が発光素子の光出射部近傍に限定される。したがって、発光素子からの光が蛍光体層FLの内部を通過する光路が、光の方向に依存せずほぼ一定となり変換効率も均一となる。その結果として、発光装置から取り出した光の波長が方向に依存して変化するという問題が解消される。

【0103】また、本実施形態においては、光源が発光素子の光出射部近傍に限定されるので、レンズや反射板などを用いた集光が容易となり、輝度の高い半導体発光装置を実現することができる。特に、蛍光物質を分散させる溶媒として、硬化時の堆積収縮率が大きい無機系重

合体やゴム、澱粉質、蛋白質系の溶媒を用いることによって、蛍光体層FLを半導体発光素子の光出射部近傍のみに限定することが容易となり、本実施形態の効果をさらに改善することができる。

【0104】さらに、本実施形態においては、溶媒の光屈折率を半導体発光素子とその隣接する材料との間の値となるように選択することによって、半導体発光素子からの光の取り出し効率をさらに改善し、高出力の半導体発光装置を提供することができるようになる。

【0105】以下、本実施形態に係る半導体発光装置の具体例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する具体例においては、前述と同一の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0106】図17は、本実施形態に係る第2の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置200Bは、いわゆるステム・タイプのLEDランプである。本実施形態においては、ステム210の上に半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。ここで、蛍光体層FLの堆積に際しては、予め蛍光物質を溶媒に分散させておいても、あとから吹き付けても良い。

【0107】図18は、本実施形態に係る第3の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置250Bは、いわゆる基板タイプのSMDランプである。本実施形態においては、基板260の上に半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。

【0108】図19は、本実施形態に係る第4の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置300Bは、いわゆるリード・フレーム・タイプのSMDランプである。本実施形態においては、リード・フレーム310の上に半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。

【0109】図20は、本実施形態に係る第5の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置350Bは、いわゆる面発光型の半導体発光装置である。本実施形態においては、ステム360、362の上に半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。

【0110】図21は、本実施形態に係る第6の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置400Bは、いわゆるドーム型半導体発光装置である。本実施形態においては、ステム410の上に複数の半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。

【0111】図22は、本実施形態に係る第7の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置450Bは、いわゆるメータ指針型の半導体発光装置である。本実施形態においては、基板あるいはリード・フレーム460の上に複数の半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。

【0112】図23は、本実施形態に係る第8の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置500Bは、いわゆる基板タイプの7セグメント型半導体発光装置であり、同図(a)は「中空タイプ」、同図(b)は「樹脂封止タイプ」を表す。本実施形態においては、基板510の上に半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。

【0113】図24は、本実施形態に係る第9の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置550Bは、いわゆるリード・フレーム・タイプの7セグメント型半導体発光装置である。本実施形態においては、リード・フレーム560の上に半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。

【0114】図25は、本実施形態に係る第10の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置650Bは、いわゆるマトリクス型の半導体発光装置である。本実施形態においては、基板660の上に複数の半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。

【0115】図26は、本実施形態に係る第11の半導体発光装置を表す模式図である。同図に断面図として表した半導体発光装置750Bは、いわゆるキャン型レーザとしての半導体発光装置である。本実施形態においては、ステム770の先端にレーザとしての半導体発光素子990がマウントされ、その上から、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが堆積されている。

【0116】以上、本発明の第3の実施形態の具体例について、図16～図26を参照しつつ説明した。前述したいずれの具体例においても、図16に関して前述した種々の効果は同様に得ることができる。

【0117】次に、本発明の第4の実施形態について説明する。本実施形態においては、半導体発光装置の樹脂部分に適宜、蛍光物質を配置することにより、高い効率で波長変換することができる半導体発光装置を提供する。

【0118】図27は、本実施形態による半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置250Cは、いわゆる基板型のSMDランプである。そして、同図(a)に示した例

においては、封止樹脂290の全体に蛍光物質が混合されている。

【0119】また、同図(b)に示した例においては、封止樹脂290の表面層付近に蛍光物質が特に高濃度に混合された層290Aが形成されている。このように、蛍光物質を樹脂の表面層付近に高濃度に混入させる方法としては、例えば、蛍光物質を含有した樹脂を用いて半導体発光素子990を封止する際に、樹脂が硬化するまでの間に、蛍光物質を沈殿させて、表面層付近に蛍光物質が高濃度に含有された層を形成する方法を挙げることができる。この際に、蛍光物質の沈殿の具合によって、蛍光物質の分布状態を調節することができる。すなわち、完全に沈殿させれば、次に説明するように樹脂の表面部分に蛍光物質を塗布したのと同様の構成を得ることができる。

【0120】次に、同図(c)に示した例においては、封止樹脂290の周囲に蛍光物質含有層290Bが均一に設けられている。このような蛍光物質含有層290Bを形成する方法としては、例えば、半導体発光素子990の周囲を蛍光物質を含有しない樹脂でモールドした後に、蛍光物質を含有した樹脂をその周囲に塗布するか、または積層モールドする方法を挙げることができる。

【0121】ここで、前述したいずれの例においても、半導体発光素子990は、蛍光物質を含有したものである必要はない。しかし、通常得られる多くの蛍光物質を用いて高い波長変換効率を得るためには、青色若しくはそれよりも波長が短い紫外線領域において、高い輝度を有する半導体発光素子であることが望ましい。このような半導体発光素子としては、例えば、図1や図2に関して説明したような、GaN系、ZnSe系、SiC系、ZnS系、BN系などの半導体材料を発光層に用いた発光素子を挙げることができる。

【0122】一方、本実施形態において用いる蛍光物質としては、第1実施形態において説明したような種々の無機蛍光体や有機蛍光体を適宜選択して用いることができる。その選択に際しては、用いる半導体発光素子の発光波長と、所望の取り出し光の波長との関係において、高い波長変換効率を有するような蛍光物質を選択することが望ましい。

【0123】本実施形態においては、半導体発光装置の樹脂に所定の方法により蛍光物質を含有させるので、発光を多色化することができ、発光波長のばらつきを抑制し、発熱による発光波長のずれを抑制することもできるようになる。

【0124】また、GaN系材料にとって最も効率の良い発光波長380nm以下の紫外線発光素子を利用することによって、極めて高い効率の半導体発光装置を実現することができるようになる。

【0125】特に、本実施形態によれば、非常に小型で実装が容易な白色発光のSMDランプを実現することが

できるようになる。従来のSMDランプでは、見栄えの改善のために光散乱剤などを別途封止樹脂内に混入して発光の均一性を改善する必要があった。しかし、このような光散乱剤の光吸収によって輝度が低下するという欠点があった。これに対して、本実施形態によれば、混入する蛍光物質が、光散乱剤の役割も兼ねるので、明るく且つ見栄えの良いSMDランプを実現することができるようになる。

【0126】また、図27(b)および(c)に示した例においては、蛍光物質を樹脂の表面付近に高濃度に分布させることができる。従って、発光素子990からの光を均一に高い効率で波長変換することができる。

【0127】以下、本実施形態に係る半導体発光装置の具体例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する具体例においては、前述と同一の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0128】図28は、本実施形態による第2の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置300Cは、いわゆるリード・フレーム・タイプのSMDランプである。そして、同図(a)に示した例においては、封止樹脂340の全体に蛍光物質が混合されている。また、同図(b)に示した例においては、封止樹脂340の表面層付近に蛍光物質が特に高濃度に混合された層340Aが形成されている。このように、蛍光物質を樹脂の表面層付近に高濃度に混入させる方法としては、例えば、蛍光物質を含有した樹脂を用いて半導体発光素子990を封止する際に、樹脂が硬化するまでの間に、蛍光物質を沈殿させて、表面層付近に蛍光物質が高濃度に含有された層を形成する方法を挙げることができる。

【0129】次に、同図(c)に示した例においては、封止樹脂340の周囲に蛍光物質含有層340Bが均一に設けられている。このような蛍光物質含有層340Bを形成する方法としては、例えば、半導体発光素子990の周囲を蛍光物質を含有しない樹脂でモールドした後に、蛍光物質を含有した樹脂をその周囲に塗布するか、または積層モールドする方法を挙げることができる。また、同図(b)に関して前述したように、蛍光物質を沈殿させる際に完全に沈殿させて形成すると、樹脂表面に塗布したのと同様の構成を得ることができる。

【0130】図29は、本実施形態による第3の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置350Cは、いわゆる面発光型の半導体発光装置である。そして、同図(a)に示した例においては、封止樹脂390の全体に蛍光物質が混合されている。また、同図(b)に示した例においては、封止樹脂390の表面層付近に蛍光物質が特に高濃度に混合された層390Aが形成されている。次に、同図(c)に示した例においては、封止樹脂390の周囲に蛍光物質含有層390Bが均一に設けられてい

る。それぞれの蛍光物質の混入方法は、図27に関して前述した方法と同一とすることができる。本実施形態によれば、従来と比較してはるかに明るく均一性に優れた白色発光の面発光型半導体発光装置を実現することができる。

【0131】図30は、本実施形態による第4の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置400Cは、いわゆるドーム型の半導体発光装置である。そして、同図(a)に示した例においては、封止樹脂440の全体に蛍光物質が混合されている。また、同図(b)に示した例においては、封止樹脂440の表面層付近に蛍光物質が特に高濃度に混合された層440Aが形成されている。次に、同図(c)に示した例においては、封止樹脂440の周囲に蛍光物質含有層440Bが均一に設けられている。それぞれの蛍光物質の混入方法は、図27に関して前述した方法と同一とすることができる。本実施形態によれば、従来と比較してはるかに明るく均一性に優れた白色発光のドーム型半導体発光装置を実現することができる。

【0132】図31は、本実施形態による第5の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置450Cは、いわゆるメタ指針型の半導体発光装置である。そして、同図(a)に示した例においては、封止樹脂490の全体に蛍光物質が混合されている。また、同図(b)に示した例においては、封止樹脂490の表面層付近に蛍光物質が特に高濃度に混合された層490Aが形成されている。次に、同図(c)に示した例においては、封止樹脂490の周囲に蛍光物質含有層490Bが均一に設けられている。それぞれの蛍光物質の混入方法は、図27に関して前述した方法と同一とすることができる。本実施形態によれば、従来と比較してはるかに明るく均一性に優れた白色発光のメタ指針型半導体発光装置を実現することができる。特に、車載用など背景がブラックパネルの場合の指針用として使用する場合は、赤色や青色などと比較してコントラストが高く、夜間の使用に際して最適である。

【0133】図32は、本実施形態による第6の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置500Cは、いわゆる基板タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、同図(a)に示した例においては、封止樹脂540の全体に蛍光物質が混合されている。また、同図(b)に示した例においては、封止樹脂540の表面層付近に蛍光物質が特に高濃度に混合された層540Aが形成されている。次に、同図(c)に示した例においては、封止樹脂540の周囲に蛍光物質含有層540Bが均一に設けられている。それぞれの蛍光物質の混入方法は、図27に関して前述した方法と同一とすることがで

きる。本実施形態によれば、従来と比較してはるかに明るく均一性に優れた白色発光の7セグメント型半導体発光装置を実現することができる。

【0134】図33は、本実施形態による第7の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置550Cは、いわゆるリード・フレーム・タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、同図(a)に示した例においては、封止樹脂590の全体に蛍光物質が混合されている。また、同図(b)に示した例においては、封止樹脂590の表面層付近に蛍光物質が特に高濃度に混合された層590Aが形成されている。次に、同図(c)に示した例においては、封止樹脂590の周囲に蛍光物質含有層590Bが均一に設けられている。それぞれの蛍光物質の混入方法は、図27に関して前述した方法と同一とすることができる。本実施形態によれば、従来と比較してはるかに明るく均一性に優れた白色発光の7セグメント型半導体発光装置を実現することができる。さらに、本実施形態によれば、発光装置の表面付近で発光が得られるので、視認角を広く確保することができるという利点も生ずる。

【0135】図34は、本実施形態による第8の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置650Cは、いわゆるマトリクス型半導体発光装置である。そして、同図

(a)に示した例においては、封止樹脂690の全体に蛍光物質が混合されている。また、同図(b)に示した例においては、封止樹脂690の表面層付近に蛍光物質が特に高濃度に混合された層690Aが形成されている。次に、同図(c)に示した例においては、封止樹脂690の周囲に蛍光物質含有層690Bが均一に設けられている。それぞれの蛍光物質の混入方法は、図27に関して前述した方法と同一とすることができる。本実施形態によれば、従来と比較してはるかに明るく均一性に優れた白色発光のドット・マトリクス型半導体発光装置を実現することができる。また、RGBの画素を形成するフルカラー画像表示を行う場合、例えば発光素子は紫外線発光のタイプのもの1種類のみを用いて、蛍光物質の種類によってRGBの画素に振り分けることが可能であり、表示装置の構成を簡素化して組立工程も簡略化することができる。また、半導体発光素子を高密度に実装すると発熱量が増加するが、このような場合においても、蛍光体の変換特性は安定しているので、発光波長が変動しないという利点も生ずる。さらに、本実施形態によれば、発光装置の表面付近で発光が得られるので、視認角を広く確保することができるという利点も生ずる。

【0136】以上、本発明の第4の実施形態の具体例について、図27～図34を参照しつつ説明した。前述したいずれの具体例においても、図27に関して前述した種々の効果は同様に得ることができる。

【0137】次に、本発明の第5の実施の形態について説明する。本実施形態においては、半導体発光装置の封止樹脂の内部に空洞を設け、その内壁面に蛍光物質を配置することによって、波長変換効率を安定させ、高輝度の半導体発光装置を実現することができる。

【0138】図35は、本実施形態に係る半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置100Dは、いわゆるリード・フレーム・タイプのLEDランプである。そして、半導体発光素子990は、リード・フレーム110にマウントされ、樹脂140Dにより封止されている。ここで、本実施形態においては、樹脂140Dの内部に空洞142が形成され、空洞142の内壁面に蛍光物質の堆積層FLが設けられている。

【0139】ここで、半導体発光素子990は、蛍光物質を含有しているものである必要はない。しかし、通常得られる多くの蛍光物質において高い波長変換効率を得るためには、青色若しくはそれよりも波長が短い紫外線領域において、高い輝度を有する半導体発光素子であることが望ましい。このような半導体発光素子としては、例えば、図1や図2に関して説明したような、GaN系、ZnSe系、SiC系、ZnS系、BN系などの半導体材料を発光層に用いた発光素子を挙げることができる。

【0140】また、本実施形態において用いる蛍光物質としては、第1実施形態において説明したような種々の無機蛍光体や有機蛍光体を適宜選択して用いることができる。その選択に際しては、用いる半導体発光素子の発光波長と、所望の取り出し光の波長との関係において、高い波長変換効率を有するような蛍光物質を選択することが望ましい。また、可視光領域以外の波長の光で効果的に励起されるものを選択することが望ましい。可視光で励起される蛍光物質を用いると、半導体発光装置を並列に配置した時にいわゆる「混色」が生ずるからである。すなわち、半導体発光装置の蛍光物質が、隣接する発光装置からの可視光を受けて励起され、不必要な発光を生ずることがあるからである。

【0141】本実施形態によれば、このように、半導体発光素子990の周囲に蛍光体層FLを均一に堆積させることができるので、発光素子からの発光をほぼ100%に近い効率で蛍光物質に吸収させ、波長変換することができる。特に、発光素子の発光波長が380nm以下の紫外線の場合に有効である。

【0142】また、本実施形態によれば、半導体発光素子990からの光を蛍光体層FLで波長変換して外部に取り出すので、発光波長の均一性が非常に良好となる。すなわち、蛍光体の発光波長は、励起光の強度や波長に依存することなく、一定であるので半導体発光素子の特性にばらつきがあるような場合でも、半導体発光装置の発光波長は、安定する。また、同様の理由で、駆動電流

や印加電圧に依存した発光波長のばらつきを抑制することもできる。

【0143】また、本実施形態においては、光源が発光素子近傍に限定される。したがって、発光素子からの光が蛍光体層FLの内部を通過する光路が、光の方向に依存せずほぼ一定となり変換効率も均一となる。その結果として、発光装置から取り出した光の波長が方向に依存して変化するという問題が解消される。

【0144】また、本実施形態においては、光源が発光素子近傍に限定することができるので、レンズ効果による集光性が改善され、発光強度を上昇させることができる。このような発光強度の改善は、信号機や屋外ディスプレイなどの応用分野について特に効果的である。また、樹脂内の空洞142を大きくした場合には、見かけの光源が大きくなるために、均一性が改善され、見栄えが良くなり、インジケータ・ランプなどの応用について特に効果的である。

【0145】また、本実施形態によれば、発光装置の寿命をのばし、製造コストも低減することができる。さらに、励起光源として、紫外線領域の光を利用することにより、可視光領域で生ずる「混色」を解消することもできる。

【0146】以下、本実施形態に係る半導体発光装置の具体例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する具体例においては、前述と同一の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0147】図36は、本実施形態による第2の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置200Dは、いわゆるステム・タイプのLEDランプである。そして、その樹脂240Dの内部に空洞242が形成され、空洞242の内壁面に蛍光物質の堆積層FLが設けられている。

【0148】図37は、本実施形態による第3の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置250Dは、いわゆる基板タイプのSMDランプである。そして、その樹脂290Dの内部に空洞292が形成され、空洞292の内壁面に蛍光物質の堆積層FLが設けられている。

【0149】図38は、本実施形態による第4の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置350Dは、いわゆる面発光型の半導体発光装置である。そして、その樹脂390Dの内部に空洞392が形成され、空洞392の内壁面に蛍光物質の堆積層FLが設けられている。

【0150】図39は、本実施形態による第5の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置400Dは、いわゆるドーム型の半導体発光装置である。そして、その樹脂440Dの内部に空洞442が形成され、空洞442の内壁面に蛍光物質の堆積層FLが設けられている。

【0151】図40は、本実施形態による第6の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置500Dは、いわゆる基板タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、その樹脂540Dの内部に空洞542が形成され、空洞542の内壁面に蛍光物質の堆積層FLが設けられている。

【0152】以上、本発明の第5の実施形態の具体例について、図35～図40を参照しつつ説明した。前述したいずれの具体例においても、図35に関して前述した種々の効果は同様を得ることができる。

【0153】次に、本発明の第6の実施の形態について説明する。本実施形態においては、半導体発光装置の封止樹脂の内部にディッピング樹脂層を設け、そのディッピング樹脂層に蛍光物質を含有させることによって、波長変換効率を安定させ、高輝度の半導体発光装置を実現することができる。

【0154】図41は、本実施形態に係る半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置100Eは、いわゆるリード・フレーム・タイプのLEDランプである。そして、半導体発光素子990は、リード・フレーム110にマウントされ、樹脂140Eにより封止されている。ここで、本実施形態においては、樹脂140Eの内部にディッピング樹脂層142Eが形成され、このディッピング樹脂層142Eに蛍光物質が含有されている。ここで、「ディッピング樹脂」とは、溶媒に溶解させた樹脂材料をディスペンサなどにより滴下するか、あるいは、このような樹脂材料の溶液中に素子をディップすることにより、「モールド型」を用いずに形成する樹脂をいう。すなわち、本実施形態においては、まず、半導体発光素子990の周囲を蛍光物質を含有させたディッピング樹脂142Eにより封止し、しかる後に、封止樹脂140Eをモールド形成する。

【0155】ここで、半導体発光素子990は、蛍光物質を含有しているものである必要はない。しかし、通常得られる多くの蛍光物質において高い波長変換効率を得るためには、青色若しくはそれよりも波長が短い紫外線領域において、高い輝度を有する半導体発光素子であることが望ましい。このような半導体発光素子としては、例えば、図1や図2に関して説明したような、GaN系、ZnSe系、SiC系、ZnS系、BN系などの半導体材料を発光層に用いた発光素子を挙げることができる。

【0156】また、本実施形態において用いる蛍光物質としては、第1実施形態において説明したような種々の無機蛍光体や有機蛍光体を適宜選択して用いることができる。その選択に際しては、用いる半導体発光素子の発光波長と、所望の取り出し光の波長との関係において、高い波長変換効率を有するような蛍光物質を選択するこ

とが望ましい。また、可視光領域以外の波長の光で効果的に励起されるものを選択することが望ましい。可視光で励起される蛍光物質を用いると、半導体発光装置を並列に配置した時にいわゆる「混色」が生ずるからである。すなわち、半導体発光装置の蛍光物質が、隣接する発光装置からの可視光を受けて励起され、不必要な発光を生ずることがあるからである。

【0157】本実施形態によれば、このように、半導体発光素子990の周囲に蛍光体層FLを均一に堆積させることができるので、発光素子からの発光をほぼ100%に近い効率で蛍光物質に吸収させ、波長変換することができる。特に、発光素子の発光波長が380nm以下の紫外線の場合に有効である。

【0158】また、本実施形態によれば、半導体発光素子990からの光を蛍光体層FLで波長変換して外部に取り出すので、発光波長の均一性が非常に良好となる。すなわち、蛍光体の発光波長は、励起光の強度や波長に依存することなく、一定であるので半導体発光素子の特性にばらつきがあるような場合でも、半導体発光装置の発光波長は、安定する。また、同様の理由で、駆動電流や印加電圧に依存した発光波長のばらつきを抑制することもできる。

【0159】また、本実施形態においては、光源が発光素子近傍に限定される。したがって、発光素子からの光が蛍光体層FLの内部を通過する光路が、光の方向に依存せずほぼ一定となり変換効率も均一となる。その結果として、発光装置から取り出した光の波長が方向に依存して変化するという問題が解消される。

【0160】また、本実施形態においては、光源が発光素子近傍に限定することができるので、レンズ効果による集光性が改善され、発光強度を上昇させることができる。このような発光強度の改善は、信号機や屋外ディスプレイなどの応用分野について特に効果的である。また、樹脂内の空洞142を大きくした場合には、見かけの光源が大きくなるために、均一性が改善され、見栄えが良くなり、インジケータ・ランプなどの応用について特に効果的である。

【0161】また、本実施形態によれば、発光装置の寿命をのばし、製造コストも低減することができる。さらに、励起光源として、紫外線領域の光を利用することにより、可視光領域で生ずる「混色」を解消することもできる。

【0162】以下、本実施形態に係る半導体発光装置の具体例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する具体例においては、前述と同一の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0163】図42は、本実施形態による第2の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置200Eは、いわゆるステム・タイプのLEDランプである。そして、その樹

脂 240E の内部にディッピング樹脂層 242E が形成され、そのディッピング樹脂層 242E に蛍光物質が含有されている。

【0164】図 43 は、本実施形態による第 3 の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置 250E は、いわゆる基板タイプの SMD ランプである。そして、その樹脂 290E の内部にディッピング樹脂層 292E が形成され、そのディッピング樹脂層 292E に蛍光物質が含有されている。

【0165】図 44 は、本実施形態による第 4 の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置 350E は、いわゆる面発光型の半導体発光装置である。そして、その樹脂 390E の内部にディッピング樹脂層 392E が形成され、そのディッピング樹脂層 392E に蛍光物質が含有されている。

【0166】図 45 は、本実施形態による第 5 の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置 400E は、いわゆるドーム型の半導体発光装置である。そして、その樹脂 440E の内部にディッピング樹脂層 442E が形成され、そのディッピング樹脂層 442E に蛍光物質が含有されている。

【0167】図 46 は、本実施形態による第 6 の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置 500E は、いわゆる基板タイプの 7 セグメント型半導体発光装置である。そして、その樹脂 540E の内部にディッピング樹脂層 542E が形成され、そのディッピング樹脂層 542E に蛍光物質が含有されている。

【0168】以上、本発明の第 6 の実施形態の具体例について、図 41～図 46 を参照しつつ説明した。前述したいずれの具体例においても、図 41 に関して前述した種々の効果は同様に得ることができる。

【0169】次に、本発明の第 7 の実施の形態について説明する。本実施形態においては、半導体発光装置の封止樹脂の内部にディッピング樹脂層を設け、そのディッピング樹脂層の表面に蛍光物質を塗布することによって、波長変換効率を安定させ、高輝度の半導体発光装置を実現することができる。

【0170】図 47 は、本実施形態に係る半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置 100F は、いわゆるリード・フレーム・タイプの LED ランプである。そして、半導体発光素子 990 は、リード・フレーム 110 にマウントされ、樹脂 140F により封止されている。ここで、本実施形態においては、樹脂 140F の内部にディッピング樹脂層 142F が形成され、このディッピング樹脂層 142F の表面に蛍光物質 FL が塗布されてい

る。すなわち、本実施形態においては、まず、半導体発光素子 990 の周囲を蛍光物質を含有させたディッピング樹脂 142F により封止し、しかる後に、ディッピング樹脂 142F の表面に蛍光物質 FL を塗布し、さらに、封止樹脂 140F をモールド形成する。

【0171】蛍光物質の塗布は、図 16 に関して前述した方法と同様の方法により実施することができる。すなわち、溶媒中に蛍光物質を分散して塗布するか、または、溶媒を塗布した後に蛍光物質をふりかけ、または吹き付けることにより、蛍光物質の層 FL を形成することができる。溶媒としては、前述したように、接着性あるいは粘着性を有するものが望ましい。具体的には、例えば、無機の重合体を主成分とするものや、ゴム系有機物質を主成分とするもの、あるいは澱粉質やタンパク質を主成分とするものを挙げることができる。さらに具体的には、例えば、珪酸アルカリ水溶液、珪酸コロイド水溶液、燐酸塩水溶液、珪酸化合物溶解有機溶剤、ゴム配合有機溶剤、天然系グルー水溶液などを挙げることができる。

【0172】本実施形態においても、半導体発光素子 990 は、蛍光物質を含有しているものである必要はない。しかし、通常得られる多くの蛍光物質において高い波長変換効率を得るためには、青色若しくはそれよりも波長が短い紫外線領域において、高い輝度を有する半導体発光素子であることが望ましい。このような半導体発光素子としては、例えば、図 1 や図 2 に関して説明したような、GaN 系、ZnSe 系、SiC 系、ZnS 系、BN 系などの半導体材料を発光層に用いた発光素子を挙げることができる。

【0173】また、本実施形態においても、用いる蛍光物質としては、第 1 実施形態において説明したような種々の無機蛍光体や有機蛍光体を適宜選択して用いることができる。その選択に際しては、用いる半導体発光素子の発光波長と、所望の取り出し光の波長との関係において、高い波長変換効率を有するような蛍光物質を選択することが望ましい。また、可視光領域以外の波長の光で効果的に励起されるものを選択することが望ましい。可視光で励起される蛍光物質を用いると、半導体発光装置を並列に配置した時にいわゆる「混色」が生ずるからである。すなわち、半導体発光装置の蛍光物質が、隣接する発光装置からの可視光を受けて励起され、不必要な発光を生ずることがあるからである。

【0174】本実施形態によれば、蛍光物質をディッピング樹脂中に含有させる必要がないので、蛍光物質の混入による樹脂の劣化などを解消することができる。また、半導体発光素子 990 の周囲に蛍光体層 FL を均一に堆積させることができるので、発光素子からの発光をほぼ 100% に近い効率で蛍光物質に吸収させ、波長変換することができる。特に、発光素子の発光波長が 380 nm 以下の紫外線の場合に有効である。

【0175】また、本実施形態によれば、半導体発光素子990からの光を蛍光体層FLで波長変換して外部に取り出すので、発光波長の均一性が非常に良好となる。すなわち、蛍光体の発光波長は、励起光の強度や波長に依存することなく、一定であるので半導体発光素子の特性にばらつきがあるような場合でも、半導体発光装置の発光波長は、安定する。また、同様の理由で、駆動電流や印加電圧に依存した発光波長のばらつきを抑制することもできる。

【0176】また、本実施形態においては、光源が発光素子近傍に限定される。したがって、発光素子からの光が蛍光体層FLの内部を通過する光路が、光の方向に依存せずほぼ一定となり変換効率も均一となる。その結果として、発光装置から取り出した光の波長が方向に依存して変化するという問題が解消される。

【0177】また、本実施形態においては、光源を発光素子近傍に限定することができるので、レンズ効果による集光性が改善され、発光強度を上昇させることができる。このような発光強度の改善は、信号機や屋外ディスプレイなどの応用分野について特に効果的である。また、樹脂内の空洞142を大きくした場合には、見かけの光源が大きくなるために、均一性が改善され、見栄えが良くなり、インジケータ・ランプなどの応用について特に効果的である。

【0178】また、本実施形態によれば、発光装置の寿命をのばし、製造コストも低減することができる。さらに、励起光源として、紫外線領域の光を利用することにより、可視光領域で生ずる「混色」を解消することもできる。

【0179】以下、本実施形態に係る半導体発光装置の具体例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する具体例においては、前述と同一の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0180】図48は、本実施形態による第2の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置200Fは、いわゆるステム・タイプのLEDランプである。そして、その樹脂240Fの内部にディッピング樹脂層242Fが形成され、そのディッピング樹脂層242Fの表面上に蛍光物質FLが塗布されている。

【0181】図49は、本実施形態による第3の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置250Fは、いわゆる基板タイプのSMDランプである。そして、その樹脂290Fの内部にディッピング樹脂層292Fが形成され、そのディッピング樹脂層292Fの表面上に蛍光物質FLが塗布されている。

【0182】図50は、本実施形態による第4の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置350Fは、いわゆる

面発光型の半導体発光装置である。そして、その樹脂390Fの内部にディッピング樹脂層392Eが形成され、そのディッピング樹脂層392Fの表面に蛍光物質FLが含有されている。

【0183】図51は、本実施形態による第5の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置400Fは、いわゆるドーム型の半導体発光装置である。そして、その樹脂440Fの内部にディッピング樹脂層442Eが形成され、そのディッピング樹脂層442Fの表面に蛍光物質FLが含有されている。

【0184】図52は、本実施形態による第6の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置500Fは、いわゆる基板タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、その樹脂540Fの内部にディッピング樹脂層542Fが形成され、そのディッピング樹脂層542Fの表面に蛍光物質FLが含有されている。

【0185】以上、本発明の第7の実施形態の具体例について、図47～図52を参照しつつ説明した。前述したいずれの具体例においても、図47に関して前述した種々の効果は同様に得ることができる。

【0186】次に、本発明の第8の実施形態について説明する。本実施形態においては、半導体発光装置の外囲器のうちで、リード・フレーム、ステム、基板のいずれかに蛍光物質を含有させることにより、半導体発光素子からの光を高い効率で波長変換して外部に取り出すことができる半導体発光装置を実現することができる。

【0187】図53は、本実施形態に係る半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置100Gは、いわゆるリード・フレーム・タイプのLEDランプである。そして、半導体発光素子990は、リード・フレーム110Gにマウントされ、樹脂140により封止されている。ここで、本実施形態においては、リード・フレーム110G、120Gに蛍光物質が混入されており、半導体発光素子990からの光を波長変換して、外部に取り出すことができるようにされている。

【0188】本実施形態においても、半導体発光素子990は、蛍光物質を含有しているものである必要はない。しかし、通常得られる多くの蛍光物質において高い波長変換効率を得るためには、青色若しくはそれよりも波長が短い紫外線領域において、高い輝度を有する半導体発光素子であることが望ましい。このような半導体発光素子としては、例えば、図1や図2に関して説明したような、Ga₂N系、ZnSe系、ZnSSe系、SiC系、ZnS系、BN系などの半導体材料を発光層に用いた発光素子を挙げることができる。

【0189】また、本実施形態においても、用いる蛍光物質としては、第1実施形態において説明したような種

々の無機蛍光体や有機蛍光体を適宜選択して用いることができる。その選択に際しては、用いる半導体発光素子の発光波長と、所望の取り出し光の波長との関係において、高い波長変換効率を有するような蛍光物質を選択することが望ましい。また、可視光領域以外の波長の光で効果的に励起されるものを選択することが望ましい。可視光で励起される蛍光物質を用いると、半導体発光装置を並列に配置した時にいわゆる「混色」が生ずるからである。すなわち、半導体発光装置の蛍光物質が、隣接する発光装置からの可視光を受けて励起され、不必要な発光を生ずることがあるからである。

【0190】本実施形態によれば、半導体発光素子990からの光を蛍光体で波長変換して外部に取り出すので、発光波長の均一性が非常に良好となる。すなわち、蛍光体の発光波長は、励起光の強度や波長に依存することなく、一定であるので半導体発光素子の特性にばらつきがあるような場合でも、半導体発光装置の発光波長は、安定する。また、同様の理由で、駆動電流や印加電圧に依存した発光波長のばらつきを抑制することもできる。

【0191】また、本実施形態においても、発光装置から取り出した光の波長が方向に依存して変化するという問題を解消することができる。

【0192】また、本実施形態によれば、発光装置の寿命をのばし、製造コストも低減することができる。さらに、励起光源として、紫外線領域の光を利用することにより、可視光領域で生ずる「混色」を解消することもできる。

【0193】以下、本実施形態に係る半導体発光装置の具体例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する具体例においては、前述と同一の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0194】図54は、本実施形態による第2の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置200Gは、いわゆるステム・タイプのLEDランプである。そして、そのステム210Gの絶縁性部材220Gに蛍光物質が含有されている。

【0195】図55は、本実施形態による第3の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置250Gは、いわゆる基板タイプのSMDランプである。そして、その基板260Gに蛍光物質が含有されている。

【0196】図56は、本実施形態による第4の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置300Gは、いわゆるリード・フレーム・タイプのSMDランプである。そして、そのリード・フレーム310Gに蛍光物質が含有されている。

【0197】図57は、本実施形態による第5の半導体

発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置350Gは、いわゆる面発光型の半導体発光装置である。そして、そのリード・フレーム360G、362Gに蛍光物質が含有されている。

【0198】図58は、本実施形態による第6の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置400Gは、いわゆるドーム型の半導体発光装置である。そして、そのリード・フレーム410Gに蛍光物質が含有されている。

【0199】図59は、本実施形態による第7の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に平面図および断面図として表した半導体発光装置450Gは、いわゆるメータ指針型の半導体発光装置である。そして、その基板460Gに蛍光物質が含有されている。

【0200】図60は、本実施形態による第8の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置500Gは、いわゆる基板タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、その基板510Gに蛍光物質が含有されている。なお、同図に示した例は、いわゆる「中空タイプ」を表すが、この他にも「樹脂封止タイプ」についても本実施形態を同様に適用することができる。

【0201】図61は、本実施形態による第9の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置550Gは、いわゆるリード・フレーム・タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、そのリード・フレーム560Gに蛍光物質が含有されている。

【0202】図62は、本実施形態による第10の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置650Gは、いわゆるマトリクス型の半導体発光装置である。そして、その基板660Gに蛍光物質が含有されている。

【0203】図63は、本実施形態による第11の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置700Gは、いわゆるアレイ型の半導体発光装置である。そして、その基板720Gまたは反射板722Gに蛍光物質が含有されている。

【0204】図64は、本実施形態による第12の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置750Gは、いわゆるキャン型レーザとしての半導体発光装置である。そして、そのステム770Gに蛍光物質が含有されている。

【0205】以上、本発明の第8の実施形態の具体例について、図53～図64を参照しつつ説明した。前述したいずれの具体例においても、図53に関して前述した種々の効果は同様に得ることができる。

【0206】次に、本発明の第9の実施の形態について

説明する。本実施形態においては、半導体発光装置の外囲器のうちで、半導体発光素子の下側にあたる部分に蛍光物質を配置することにより、半導体発光素子からの光を高い効率で波長変換して外部に取り出すことができる半導体発光装置を実現することができる。さらに具体的には、リード・フレーム、ステム、あるいは基板の発光素子のマウント部分に蛍光物質を配置する。

【0207】図65は、本実施形態に係る半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置100Hは、いわゆるリード・フレーム・タイプのLEDランプである。そして、半導体発光素子990は、リード・フレーム110にマウントされ、樹脂140により封止されている。ここで、本実施形態においては、リード・フレーム110と半導体発光素子990との間に蛍光物質層FLが配置されており、半導体発光素子990からの光を波長変換して、外部に取り出すことができるようにされている。

【0208】このような蛍光物質層FLを形成する方法を以下に説明する。

【0209】第1の方法としては、半導体発光素子990をマウントするための接着剤に蛍光物質を混入する方法を挙げることができる。接着剤の種類としては、例えば、樹脂系、ゴム系、有機材料系、無機材料系、澱粉質系、タンパク質系、タール系、金属半田系などを挙げることができる。ここで、無機系の溶媒を用いた場合には、耐熱性や耐薬品性が高く、不燃性も得られる点で有利である。また、ゴム系、澱粉質あるいはタンパク質を用いた場合には、乾燥後の応力が緩和され、接着剤の残留応力に起因する素子の劣化やワイアの断線などの不良を防止することができる点で有利である。また、澱粉質やタンパク質は、水溶性を有する点で扱いやすいという利点も有する。

【0210】これらの接着剤に所定の蛍光物質を分散させ、リード・フレームのマウント面に塗布した後に、半導体発光素子990を載置して、接着剤を硬化させることにより、半導体発光素子990の下に蛍光物質層FLを設けることができる。

【0211】第2の方法としては、リード・フレームのマウント面に蛍光物質を塗布、乾燥させ、その上に新たに接着剤を用いて半導体発光素子990を固定する方法を挙げることができる。ここで、蛍光物質を塗布するための溶媒としては、図16に関して前述したような種々のものを挙げることができる。

【0212】第3の方法としては、予め平板（タブレット）状に加工した蛍光物質層FLをリード・フレームのマウント面上に接着剤などにより固定し、その上に半導体発光素子990を固定する方法を挙げることができる。

【0213】本実施形態においても、半導体発光素子990は、蛍光物質を含有しているものである必要はない。

しかし、通常得られる多くの蛍光物質において高い波長変換効率を得るためには、青色若しくはそれよりも波長が短い紫外線領域において、高い輝度を有する半導体発光素子であることが望ましい。このような半導体発光素子としては、例えば、図1や図2に関して説明したような、GaN系、ZnSe系、SiC系、ZnS系、BN系などの半導体材料を発光層に用いた発光素子を挙げることができる。

【0214】また、本実施形態においても、用いる蛍光物質としては、第1実施形態において説明したような種々の無機蛍光体や有機蛍光体を適宜選択して用いることができる。その選択に際しては、用いる半導体発光素子の発光波長と、所望の取り出し光の波長との関係において、高い波長変換効率を有するような蛍光物質を選択することが望ましい。また、可視光領域以外の波長の光で効果的に励起されるものを選択することが望ましい。可視光で励起される蛍光物質を用いると、半導体発光装置を並列に配置した時にいわゆる「混色」が生ずるからである。すなわち、半導体発光装置の蛍光物質が、隣接する発光装置からの可視光を受けて励起され、不必要な発光を生ずることがあるからである。

【0215】本実施形態によれば、半導体発光素子990からの光を蛍光体層FLで波長変換して外部に取り出すので、発光波長の均一性が非常に良好となる。すなわち、蛍光体の発光波長は、励起光の強度や波長に依存することなく、一定であるので半導体発光素子の特性にばらつきがあるような場合でも、半導体発光装置の発光波長は、安定する。また、同様の理由で、駆動電流や印加電圧に依存した発光波長のばらつきを抑制することもできる。

【0216】また、本実施形態においては、光源が発光素子近傍に限定される。したがって、発光素子からの光が蛍光体層FLの内部を通過する光路が、光の方向に依存せずほぼ一定となり変換効率も均一となる。その結果として、発光装置から取り出した光の波長が方向に依存して変化するという問題が解消される。

【0217】また、本実施形態によれば、発光装置の寿命をのばし、製造コストも低減することができる。さらに、励起光源として、紫外線領域の光を利用することにより、可視光領域で生ずる「混色」を解消することもできる。

【0218】以下、本実施形態に係る半導体発光装置の具体例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する具体例においては、前述と同一の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0219】図66は、本実施形態による第2の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置200Hは、いわゆるステム・タイプのLEDランプである。そして、そのステム210と半導体発光素子990との間に、前述した

いずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。

【0220】図67は、本実施形態による第3の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置250Hは、いわゆる基板タイプのSMDランプである。そして、その基板260と半導体発光素子990との間に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。

【0221】図68は、本実施形態による第4の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置300Hは、いわゆるリード・フレーム・タイプのSMDランプである。そして、そのリード・フレーム310Hと半導体発光素子990との間に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。

【0222】図69は、本実施形態による第5の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置350Hは、いわゆる面発光型の半導体発光装置である。そして、そのリード・フレーム360、362と半導体発光素子990との間に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。

【0223】図70は、本実施形態による第6の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置400Hは、いわゆるドーム型の半導体発光装置である。そして、そのリード・フレーム410と半導体発光素子990との間に、前述したいずれかの方法により、に蛍光物質層FLが配置されている。

【0224】図71は、本実施形態による第7の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に平面図および断面図として表した半導体発光装置450Hは、いわゆるメータ指針型の半導体発光装置である。そして、その基板460と半導体発光素子990との間に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。

【0225】図72は、本実施形態による第8の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置500Hは、いわゆる基板タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、その基板510と半導体発光素子990との間に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。なお、同図に示した例は、いわゆる「中空タイプ」を表すが、この他にも「樹脂封止タイプ」についても本実施形態を同様に適用することができる。

【0226】図73は、本実施形態による第9の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置550Hは、いわゆるリード・フレーム・タイプの7セグメント型半導体発光

装置である。そして、そのリード・フレーム560と半導体発光素子990との間に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。

【0227】図74は、本実施形態による第10の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置650Hは、いわゆるマトリクス型の半導体発光装置である。そして、その基板660と半導体発光素子990との間に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。

【0228】図75は、本実施形態による第11の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置700Hは、いわゆるアレイ型の半導体発光装置である。そして、その反射板722と半導体発光素子990その間に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。

【0229】図76は、本実施形態による第12の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置750Hは、いわゆるキャン型レーザとしての半導体発光装置である。そして、そのステム770と半導体発光素子990との間に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが配置されている。

【0230】以上、本発明の第9の実施形態の具体例について、図65～図76を参照しつつ説明した。前述したいずれの具体例においても、図65に関して前述した種々の効果を同様に得ることができる。

【0231】次に、本発明の第10の実施の形態について説明する。本実施形態においては、半導体発光装置のリード・フレームなどの光反射面に蛍光物質を塗布することにより、半導体発光素子からの光を効率良く波長変換して外部に取り出すことができる半導体発光装置を実現することができる。

【0232】図77は、本実施形態に係る半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置100Iは、いわゆるリード・フレーム・タイプのLEDランプである。そして、半導体発光素子990は、リード・フレーム110にマウントされ、樹脂140により封止されている。ここで、本実施形態においては、リード・フレーム110の光反射面の上に蛍光物質層FLが形成されており、半導体発光素子990からの光を波長変換して、外部に取り出すことができるようにされている。

【0233】このような蛍光物質層FLは、例えば塗布により形成することができる。すなわち、溶剤に蛍光物質を分散させ、塗布して乾燥させることにより、蛍光物質層FLを形成することができる。溶剤の種類としては、例えば、樹脂系、ゴム系、有機材料系、無機材料系、澱粉質系、タンパク質、タール系、金属半田系など

を挙げることができる。ここで、無機系の溶媒を用いた場合には、耐熱性や耐薬品性が高く、不燃性も得られる点で有利である。また、ゴム系、澱粉質あるいはタンパク質を用いた場合には、乾燥後の応力が緩和され、溶剤の残留応力に起因する素子の劣化やワイアの断線などの不良を防止することができる点で有利である。また、澱粉質やタンパク質は、水溶性を有する点で扱いやすいという利点も有する。

【0234】本実施形態においても、半導体発光素子990は、蛍光物質を含有しているものである必要はない。しかし、通常得られる多くの蛍光物質において高い波長変換効率を得るためには、青色若しくはそれよりも波長が短い紫外線領域において、高い輝度を有する半導体発光素子であることが望ましい。このような半導体発光素子としては、例えば、図1や図2に関して説明したような、GaN系、ZnSe系、SiC系、ZnS系、BN系などの半導体材料を発光層に用いた発光素子を挙げることができる。

【0235】また、本実施形態においても、用いる蛍光物質としては、第1実施形態において説明したような種々の無機蛍光体や有機蛍光体を適宜選択して用いることができる。その選択に際しては、用いる半導体発光素子の発光波長と、所望の取り出し光の波長との関係において、高い波長変換効率を有するような蛍光物質を選択することが望ましい。また、可視光領域以外の波長の光で効果的に励起されるものを選択することが望ましい。可視光で励起される蛍光物質を用いると、半導体発光装置を並列に配置した時にいわゆる「混色」が生ずるからである。すなわち、半導体発光装置の蛍光物質が、隣接する発光装置からの可視光を受けて励起され、不必要な発光を生ずることがあるからである。

【0236】本実施形態によれば、半導体発光素子990からの光を蛍光層FLで波長変換して外部に取り出すので、発光波長の均一性が非常に良好となる。すなわち、蛍光体の発光波長は、励起光の強度や波長に依存することなく、一定であるので半導体発光素子の特性にばらつきがあるような場合でも、半導体発光装置の発光波長は、安定する。また、同様の理由で、駆動電流や印加電圧に依存した発光波長のばらつきを抑制することもできる。

【0237】また、本実施形態においては、光源が発光素子近傍に限定される。したがって、発光素子からの光が蛍光層FLの内部を通過する光路が、光の方向に依存せずほぼ一定となり変換効率も均一となる。その結果として、発光装置から取り出した光の波長が方向に依存して変化するという問題が解消される。

【0238】また、本実施形態によれば、発光装置の寿命をのばし、製造コストも低減することができる。さらに、励起光源として、紫外線領域の光を利用することにより、可視光領域で生ずる「混色」を解消することもで

きる。

【0239】以下、本実施形態に係る半導体発光装置の具体例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する具体例においては、前述と同一の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0240】図78は、本実施形態による第2の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置200Iは、いわゆるステム・タイプのLEDランプである。そして、そのステム210の光反射面の上に蛍光物質層FLが塗布されている。

【0241】図79は、本実施形態による第3の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置250Iは、いわゆる基板タイプのSMDランプである。そして、その基板260の光反射面の上に蛍光物質層FLが塗布されている。

【0242】図80は、本実施形態による第4の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置300Iは、いわゆるリード・フレーム・タイプのSMDランプである。そして、そのリード・フレーム310の光反射面の上に蛍光物質層FLが塗布されている。

【0243】図81は、本実施形態による第5の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置350Iは、いわゆる面発光型の半導体発光装置である。そして、その光反射板370の上に蛍光物質層FLが塗布されている。

【0244】図82は、本実施形態による第6の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置400Iは、いわゆるドーム型の半導体発光装置である。そして、そのリード・フレーム410の光反射面の上に蛍光物質層FLが塗布されている。

【0245】図83は、本実施形態による第7の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に平面図および断面図として表した半導体発光装置450Iは、いわゆるメータ指針型の半導体発光装置である。そして、その基板460の光反射面の上に、蛍光物質層FLが塗布されている。

【0246】図84は、本実施形態による第8の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置500Iは、いわゆる基板タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、その光反射板520の上に蛍光物質層FLが塗布されている。なお、同図に示した例は、いわゆる「中空タイプ」を表すが、この他にも「樹脂封止タイプ」についても本実施形態を同様に適用することができる。

【0247】図85は、本実施形態による第9の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断

面図として表した半導体発光装置 550I は、いわゆるリード・フレーム・タイプの 7 セグメント型半導体発光装置である。そして、その光反射板 570 の表面に蛍光物質層 FL が塗布されている。

【0248】図 86 は、本実施形態による第 10 の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置 650I は、いわゆるマトリクス型の半導体発光装置である。そして、その光反射板 670 の表面に蛍光物質層 FL が塗布されている。

【0249】図 87 は、本実施形態による第 11 の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置 700I は、いわゆるアレイ型の半導体発光装置である。そして、その光反射板 722 および仕切板 724 の表面に蛍光物質層 FL が塗布されている。

【0250】図 88 は、本実施形態による第 12 の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置 750I は、いわゆるキャン型レーザとしての半導体発光装置である。そして、そのステム 770 の光反射面に蛍光物質層 FL が塗布されている。

【0251】以上、本発明の第 10 の実施形態の具体例について、図 77～図 88 を参照しつつ説明した。前述したいずれの具体例においても、図 77 に関して前述した種々の効果を同様に得ることができる。

【0252】次に、本発明の第 11 の実施の形態について説明する。本実施形態においては、半導体発光装置の光取り出し部に蛍光物質の層を配置することにより、半導体発光素子からの光を効率良く波長変換して外部に取り出すことができる半導体発光装置を実現することができる。

【0253】図 89 は、本実施形態に係る半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置 350J は、いわゆる面発光型の半導体発光装置である。そして、発光装置の光取り出し窓部に蛍光物質層 FL が配置されており、半導体発光素子 990 からの光を波長変換して、外部に取り出すことができるようにされている。

【0254】このような蛍光物質層 FL は、例えば、蛍光物質を分散させた溶剤を光取り出し窓上に塗布し、乾燥させることにより形成することができる。溶剤の種類としては、前述した場合と同様に、例えば、樹脂系、ゴム系、有機材料系、無機材料系、澱粉質系、タンパク質、タール系、金属半田系などを挙げることができる。ここで、無機系の溶媒を用いた場合には、耐熱性や耐薬品性が高く、不燃性も得られる点で有利である。また、ゴム系、澱粉質あるいはタンパク質を用いた場合には、乾燥後の応力が緩和され、溶剤の残留応力に起因するクラックなどの不良を防止することができる点で有利であ

る。また、澱粉質やタンパク質は、水溶性を有する点で扱いやすいという利点も有する。

【0255】また、予め蛍光物質を塗布あるいは内部に分散させた光透過性フィルムを、半導体発光装置の光取り出し窓に貼り付けても良い。

【0256】一方、光取り出し部において、集光レンズを有するような半導体発光装置の場合は、蛍光物質をそのレンズ表面に塗布あるいは内部に分散させても良い。

【0257】本実施形態においても、半導体発光素子 990 は、蛍光物質を含有しているものである必要はない。しかし、通常得られる多くの蛍光物質において高い波長変換効率を得るためには、青色若しくはそれよりも波長が短い紫外線領域において、高い輝度を有する半導体発光素子であることが望ましい。このような半導体発光素子としては、例えば、図 1 や図 2 に関して説明したような、GaN 系、ZnSe 系、SiC 系、ZnS 系、BN 系などの半導体材料を発光層に用いた発光素子を挙げることができる。

【0258】また、本実施形態においても、用いる蛍光物質としては、第 1 実施形態において説明したような種々の無機蛍光体や有機蛍光体を適宜選択して用いることができる。その選択に際しては、用いる半導体発光素子の発光波長と、所望の取り出し光の波長との関係において、高い波長変換効率を有するような蛍光物質を選択することが望ましい。また、可視光領域以外の波長の光で効果的に励起されるものを選択することが望ましい。可視光で励起される蛍光物質を用いると、半導体発光装置を並列に配置した時にいわゆる「混色」が生ずるからである。すなわち、半導体発光装置の蛍光物質が、隣接する発光装置からの可視光を受けて励起され、不必要な発光を生ずることがあるからである。

【0259】本実施形態によれば、半導体発光素子 990 からの光を蛍光体層 FL で波長変換して外部に取り出すので、発光波長の均一性が非常に良好となる。すなわち、蛍光体の発光波長は、励起光の強度や波長に依存することなく、一定であるので半導体発光素子の特性にばらつきがあるような場合でも、半導体発光装置の発光波長は、安定する。また、同様の理由で、駆動電流や印加電圧に依存した発光波長のばらつきを抑制することもできる。

【0260】また、本実施形態によれば、発光装置の寿命をのばし、製造コストも低減することができる。さらに、励起光源として、紫外線領域の光を利用することにより、可視光領域で生ずる「混色」を解消することもできる。

【0261】以下、本実施形態に係る半導体発光装置の具体例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する具体例においては、前述と同一の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0262】図 90 は、本実施形態による第 2 の半導体

発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に平面図および断面図として表した半導体発光装置450Jは、いわゆるメータ指針型の半導体発光装置である。そして、その光取り出し部に、前述したいずれかの方法により蛍光物質層FLが形成されている。

【0263】図91は、本実施形態による第3の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置500Jは、いわゆる基板タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、その光取り出し部に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが形成されている。なお、同図に示した例は、いわゆる「中空タイプ」を表すが、この他にも「樹脂封止タイプ」についても本実施形態を同様に適用することができる。

【0264】図92は、本実施形態による第4の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置550Jは、いわゆるリード・フレーム・タイプの7セグメント型半導体発光装置である。そして、その光取り出し部に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが形成されている。

【0265】図93は、本実施形態による第5の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置650Jは、いわゆるマトリクス型の半導体発光装置である。そして、その光取り出し部に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが形成されている。

【0266】図94は、本実施形態による第6の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置700Jは、いわゆるアレイ型の半導体発光装置である。そして、そのロッド・レンズ740に蛍光物質が含有されている。また、ロッド・レンズ740の表面に蛍光物質を塗布、あるいは蛍光物質を含有した透明フィルムを貼り付けても良い。

【0267】図95は、本実施形態による第7の半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図に断面図として表した半導体発光装置750Jは、いわゆるキャン型レーザとしての半導体発光装置である。そして、その光取り出し部に、前述したいずれかの方法により、蛍光物質層FLが形成されている。

【0268】以上、本発明の第11の実施形態の具体例について、図89～図95を参照しつつ説明した。前述したいずれの具体例においても、図89に関して前述した種々の効果も同様に得ることができる。

【0269】次に、本発明の第12の実施形態について説明する。本実施形態においては、半導体発光装置の発光素子の光取り出し部の近傍に蛍光物質の塊を配置することにより、半導体発光素子からの光を効率良く波長変換して外部に取り出すことができる半導体発光装置を実現することができる。

【0270】図96は、本実施形態に係る半導体発光装置を例示する模式図である。すなわち、同図(a)および(b)に断面図として表した半導体発光装置100Kおよび100Lは、いわゆるリード・フレーム・タイプのLEDランプである。

【0271】同図(a)に示したLEDランプ100Kにおいては、平板状に加工した蛍光体の塊FLを半導体発光素子990の上方に配置して波長変換するように構成されている。また、同図(b)に示したLEDランプ100Lにおいては、円盤状に加工した蛍光体の塊FLが半導体発光素子990の上方に配置され、さらにその周囲を覆うように加工した蛍光体の塊FLが配置されている。このような蛍光体の塊FLは、例えば、有機材料や無機材料などの所定の媒体に蛍光体を混合して焼結することにより形成することができる。また、その形状や配置する位置については、半導体発光装置の構成に応じて適宜最適化することができる。本実施形態においても、半導体発光素子990から放出された光は蛍光体FLにより波長変換されて外部に取り出すことができるようになる。従って、前述した各実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0272】

【発明の効果】本発明は、以上説明したような形態で実施され、以下に説明する効果を奏する。本発明によれば、半導体発光素子の発光層からの発光を直接取り出すことがなく、蛍光物質により波長変換することとしているので、半導体発光素子の製造パラメータのばらつき、駆動電流、温度などに依存して、発光波長が変動するという問題を解消することができる。すなわち、本発明によれば、発光波長が極めて安定で、発光輝度と発光波長とを独立して制御することができるようになる。

【0273】また、本発明によれば、用いる蛍光物質を適宜組み合わせることによって、容易に複数の発光波長を得ることができる。例えば、赤(R)、緑(G)、青(B)の蛍光物質を適宜混合して、発光素子に含有させれば、白色光の発光を容易に得ることができる。

【0274】さらに、本発明によれば、発光波長に応じて、内蔵する半導体発光素子の材料や構造を適宜選択し、変更する必要がなくなる。例えば、従来は、赤色において発光させるためには、AlGaAs系材料を用い、黄色においてはGaAsP系またはInGaAlP系材料、緑色系においてはGaPまたはInGaAlP系材料、青色においてはInGaN系材料の如く、最適な材料をその波長に併せて選択しなければならないという問題があった。これに対して、本発明によれば、発光波長に応じて蛍光物質の種類を適宜選択すれば良く、半導体発光素子を変更する必要がなくなる。

【0275】また、本発明によれば、異なる発光色を有する半導体発光素子を並べる必要がある場合においても、発光色の変更は、用いる蛍光体の種類を変えるだけ

で済み、半導体発光素子の材料や構造は同一とすることができ、従って、発光装置の構成を極めて簡略化することが可能となり、製造コストを顕著に低減することができるとともに、信頼性も高く、また、駆動電流や、供給電圧、あるいは素子のサイズなどを共通にすることにより、応用範囲を顕著に拡大することができるという利点も生ずる。

【0276】このように、本発明によれば、比較的簡略な構成により、発光波長が極めて安定で、しかも、可視光から赤外線領域までの種々の波長において高い輝度で発光させることができる半導体発光素子および半導体発光装置を提供することができ、産業上のメリットは多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1の半導体発光素子の概略構成を表す断面図である。

【図2】本発明による第2の半導体発光素子の概略構成を表す断面図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係る第1の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図4】本発明の第2実施形態に係る第2の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る第3の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る第4の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る第5の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図8】本発明の第2実施形態に係る第6の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図9】本発明の第2実施形態に係る第7の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図10】本発明の第2実施形態に係る第8の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図11】本発明の第2実施形態に係る第9の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図12】本発明の第2実施形態に係る第10の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図13】本発明の第2実施形態に係る第11の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図14】本発明の第2実施形態に係る第12の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図15】本発明の第2実施形態に係る第13の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図16】本発明の第3実施形態に係る第1の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図17】本発明の第3実施形態に係る第2の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図18】本発明の第3実施形態に係る第3の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図19】本発明の第3実施形態に係る第4の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図20】本発明の第3実施形態に係る第5の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図21】本発明の第3実施形態に係る第6の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図22】本発明の第3実施形態に係る第7の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図23】本発明の第3実施形態に係る第8の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図24】本発明の第3実施形態に係る第9の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図25】本発明の第3実施形態に係る第10の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図26】本発明の第3実施形態に係る第11の半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図27】本発明の第4実施形態に係る第1の半導体発光装置を表す模式図である。

【図28】本発明の第4実施形態に係る第2の半導体発光装置を表す模式図である。

【図29】本発明の第4実施形態に係る第3の半導体発光装置を表す模式図である。

【図30】本発明の第4実施形態に係る第4の半導体発光装置を表す模式図である。

【図31】本発明の第4実施形態に係る第5の半導体発光装置を表す模式図である。

【図32】本発明の第4実施形態に係る第6の半導体発光装置を表す模式図である。

【図33】本発明の第4実施形態に係る第7の半導体発光装置を表す模式図である。

【図34】本発明の第4実施形態に係る第8の半導体発光装置を表す模式図である。

【図35】本発明の第5実施形態に係る第1の半導体発光装置を表す模式図である。

【図36】本発明の第5実施形態に係る第2の半導体発光装置を表す模式図である。

【図37】本発明の第5実施形態に係る第3の半導体発光装置を表す模式図である。

【図38】本発明の第5実施形態に係る第4の半導体発光装置を表す模式図である。

【図39】本発明の第5実施形態に係る第5の半導体発光装置を表す模式図である。

【図40】本発明の第5実施形態に係る第6の半導体発光装置を表す模式図である。

【図41】本発明の第6実施形態に係る第1の半導体発光装置を表す模式図である。

【図42】本発明の第6実施形態に係る第2の半導体発光装置を表す模式図である。

【図43】本発明の第6実施形態に係る第3の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 69】本発明の第 9 実施形態に係る第 5 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 70】本発明の第 9 実施形態に係る第 6 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 71】本発明の第 9 実施形態に係る第 7 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 7 2】本発明の第 9 実施形態に係る第 8 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 7 3】本発明の第 9 実施形態に係る第 9 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 7 4】本発明の第 9 実施形態に係る第 10 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 75】本発明の第 9 実施形態に係る第 11 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 76】本発明の第 9 実施形態に係る第 12 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 77】本発明の第 10 実施形態に係る第 1 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 7 8】本発明の第 10 実施形態に係る第 2 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 7 9】本発明の第 10 実施形態に係る第 3 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 80】本発明の第 10 実施形態に係る第 4 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 8 1】本発明の第 10 実施形態に係る第 5 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 8 2】本発明の第 10 実施形態に係る第 6 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 8 3】本発明の第 10 実施形態に係る第 7 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 8 4】本発明の第 10 実施形態に係る第 8 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 85】本発明の第 10 実施形態に係る第 9 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 86】本発明の第 10 実施形態に係る第 10 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 87】本発明の第 10 実施形態に係る第 11 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 88】本発明の第 10 実施形態に係る第 12 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 8 9】本発明の第 1 1 実施形態に係る第 1 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 90】本発明の第 1 実施形態に係る第 2 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 9 1】本発明の第 1 1 実施形態に係る第 3 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 9 2】本発明の第 1 1 実施形態に係る第 4 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 9 3】本発明の第 1 1 実施形態に係る第 5 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 9 4】本発明の第 1 1 実施形態に係る第 6 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 9 5】本発明の第 1 1 実施形態に係る第 7 の半導体発光装置を表す模式図である。

【図 9 6】本発明の第 1 2 実施形態に係る半導体発光装置を表す模式図である。

【図 9 7】従来の窒化ガリウム系発光素子の構成を表す概略断面図である。

【符号の説明】

10、50 半導体発光素子

100、200 LEDランプ

250、300 SMDランプ

350 面発光型発光装置

400 ドーム型発光装置

450 メータ指針型発光装置

500、550 7セグメント型発光装置

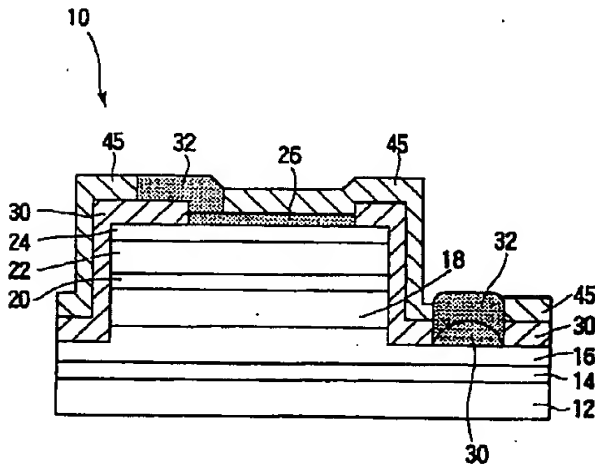
600 レベル・メータ型発光装置

650 マトリクス型発光装置

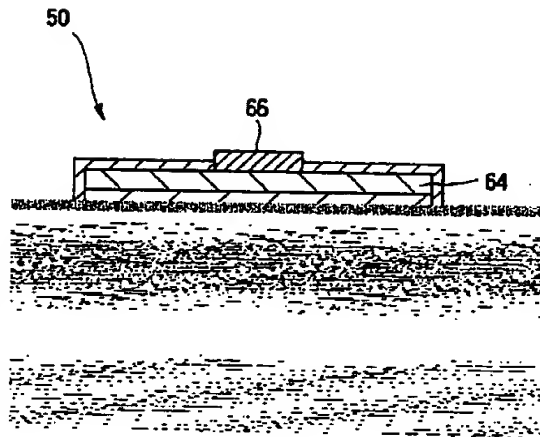
700 アレイ型発光装置

750 キャン型発光装置

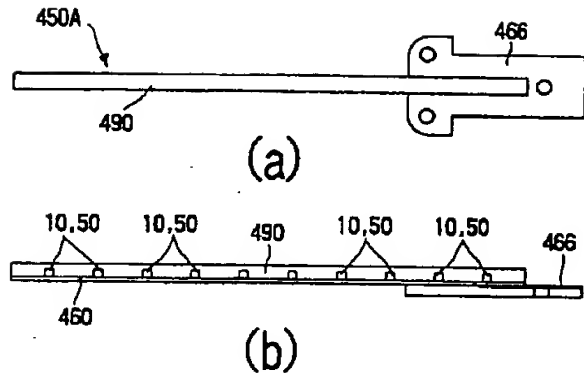
【図 1】



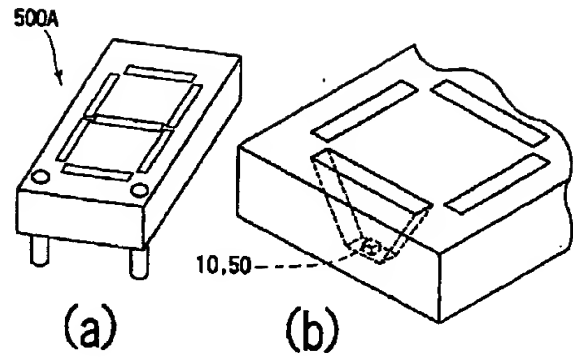
【図 2】



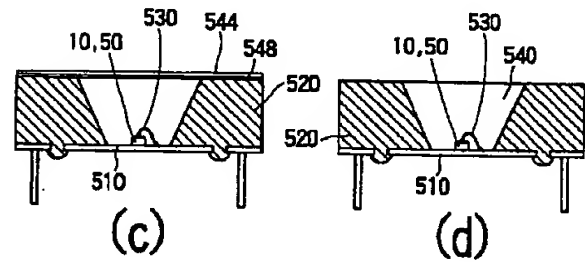
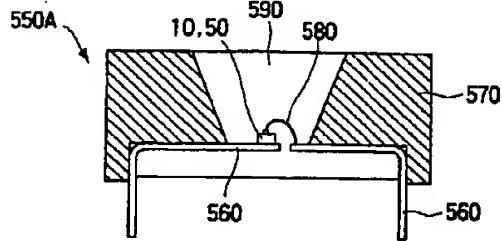
【図 9】



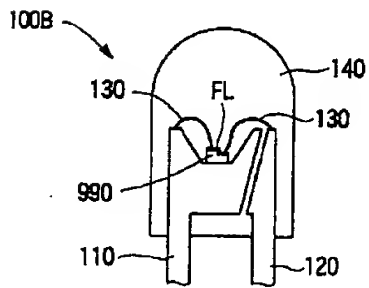
【図 10】



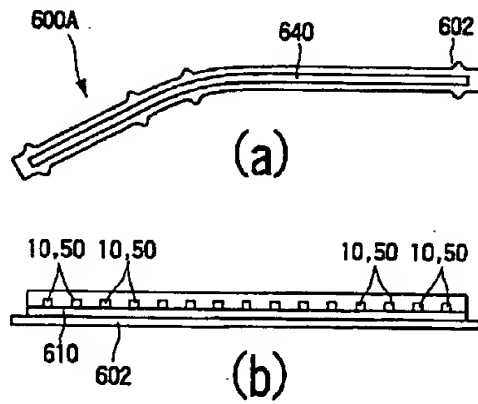
【図 11】



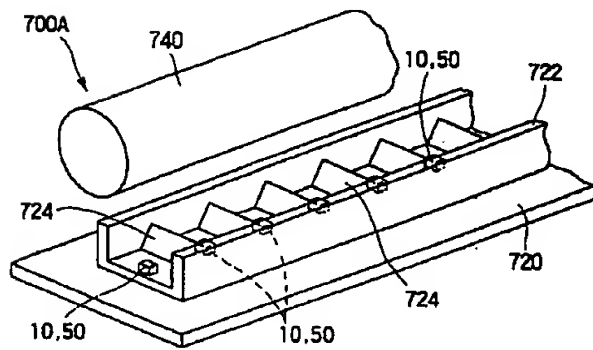
【図 16】



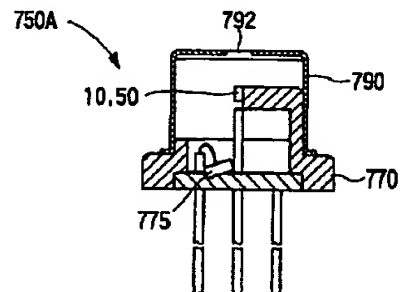
【図 12】



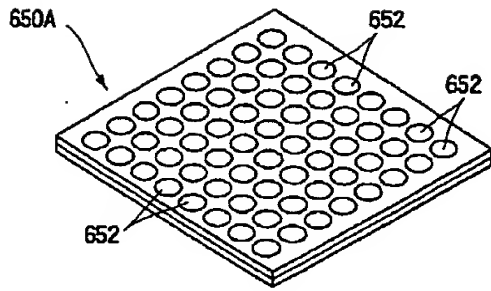
【図 14】



【図 15】

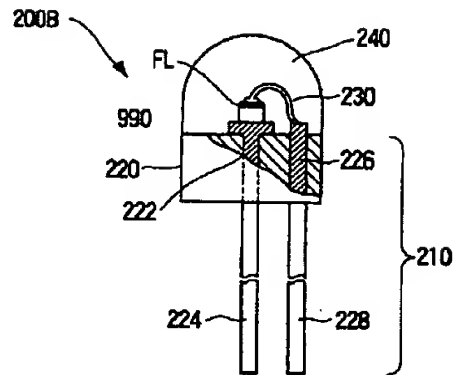


【図 13】

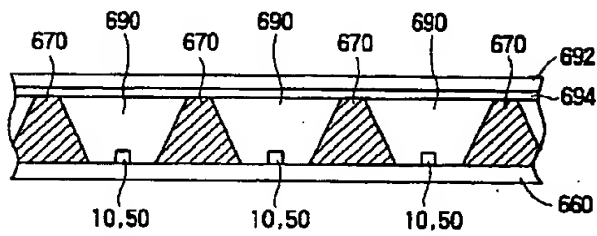
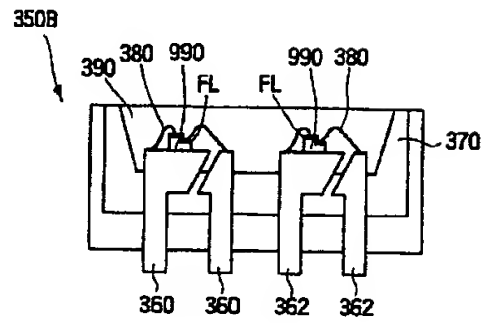


(a)

【図 17】



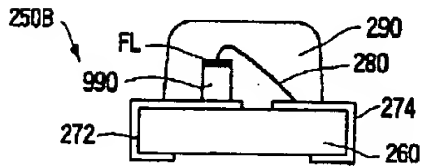
【図 20】



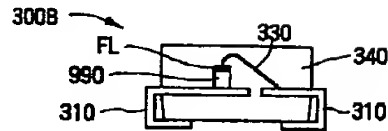
(b)

【図 18】

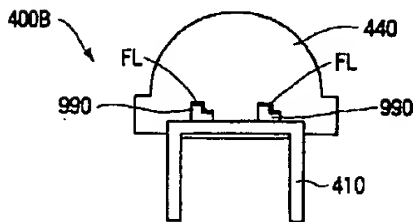
【図 19】



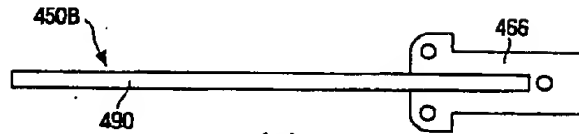
【図 21】



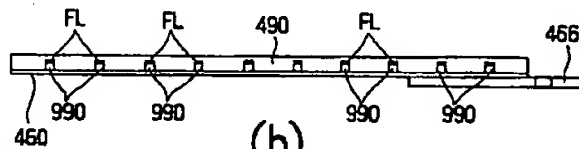
【図 22】



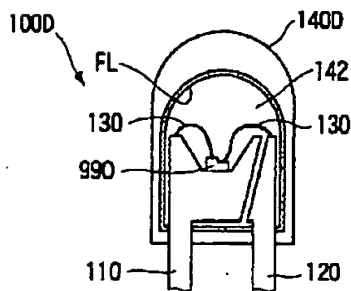
【図 35】



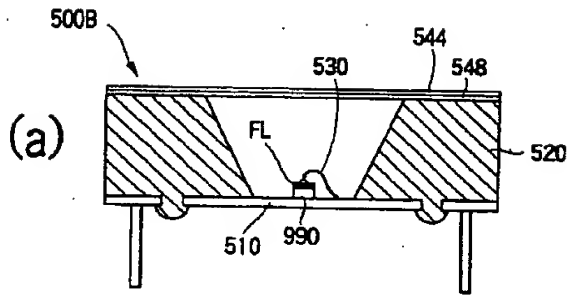
(a)



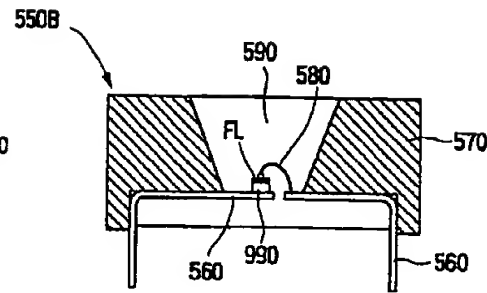
(b)



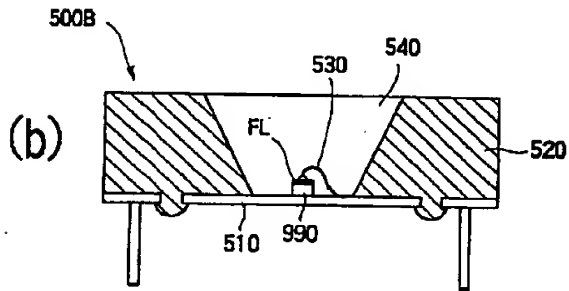
【図 23】



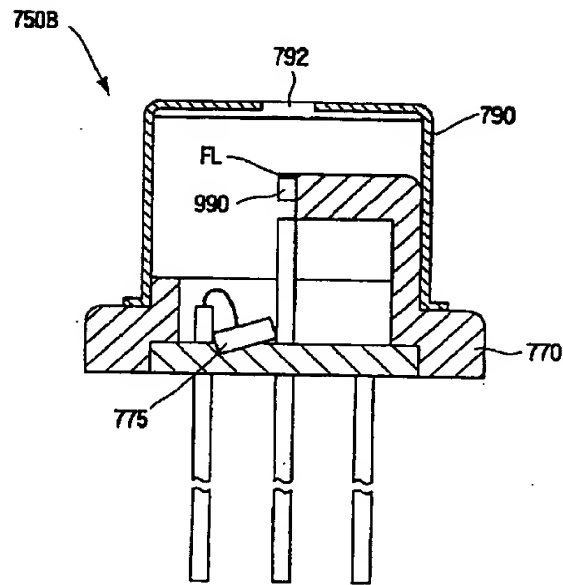
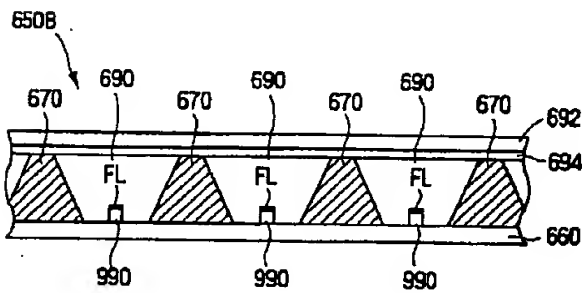
【図 24】



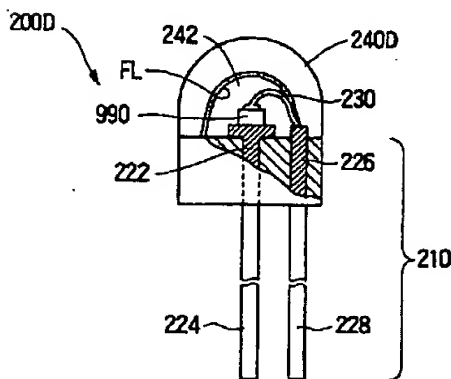
【図 26】



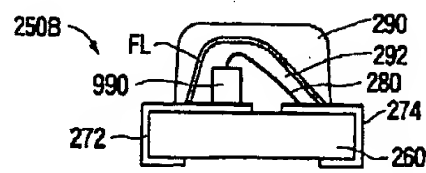
【図 25】



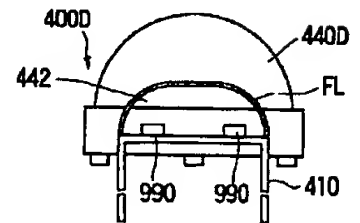
【図 36】



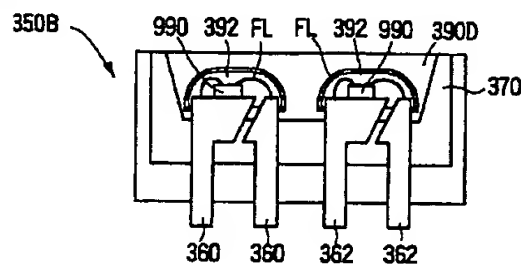
【図 37】



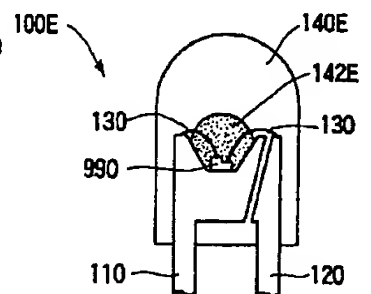
【図 39】



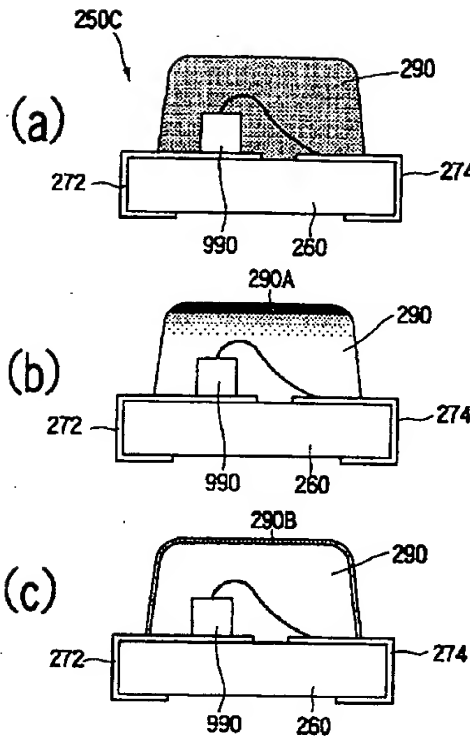
【図 38】



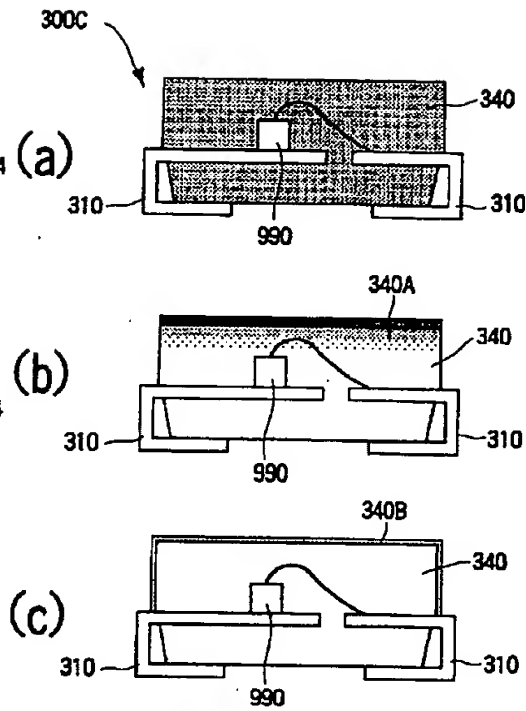
【図 41】



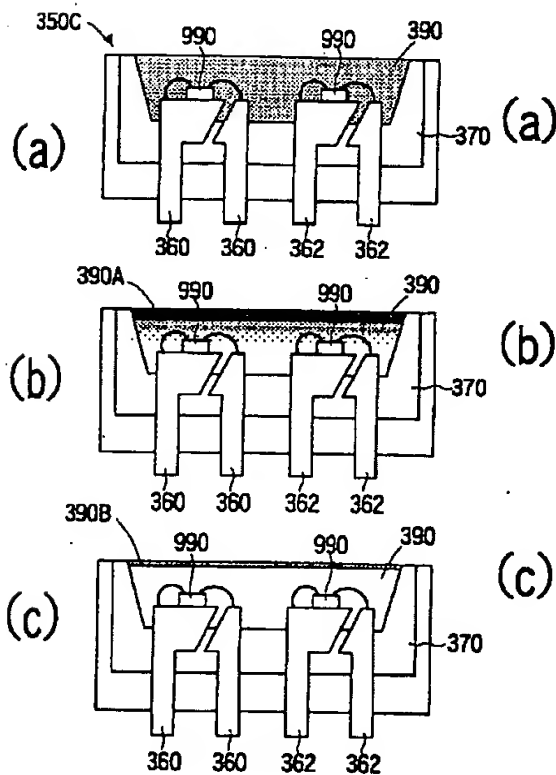
【図 27】



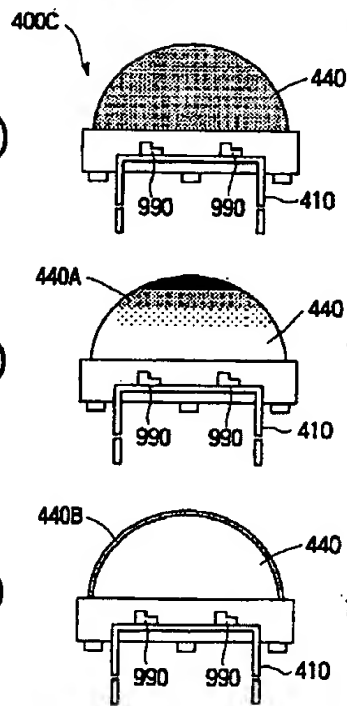
【図 28】



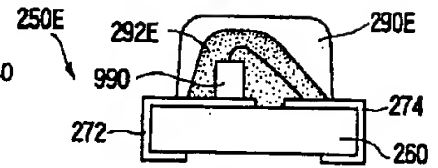
【図 29】



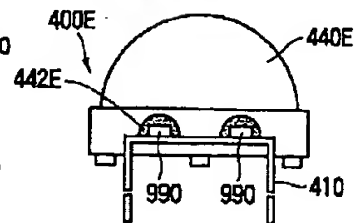
【図 30】



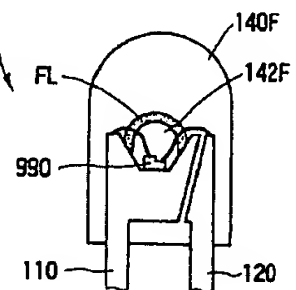
【図 43】



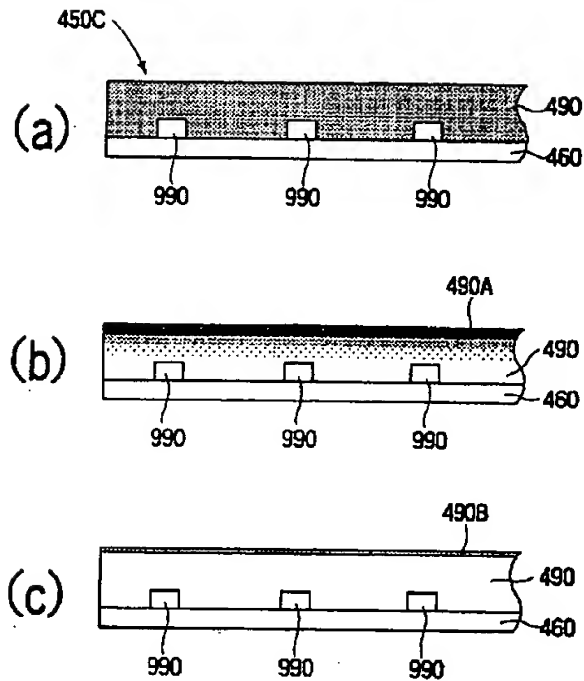
【図 45】



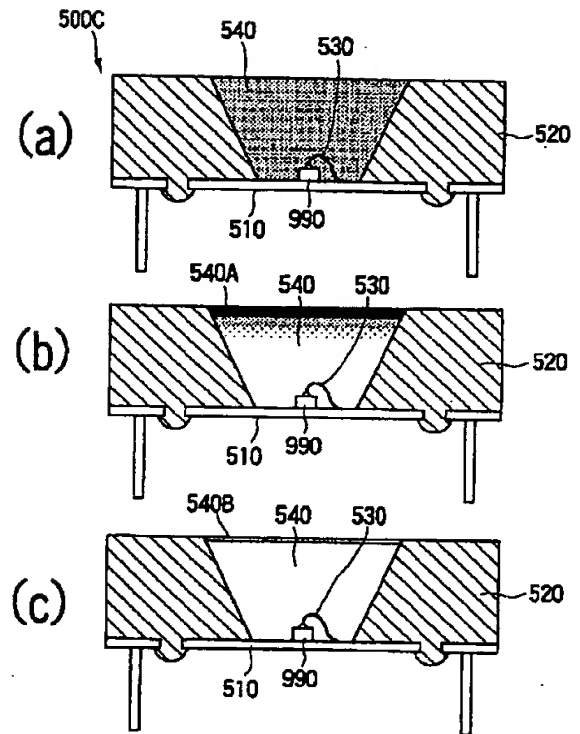
【図 47】



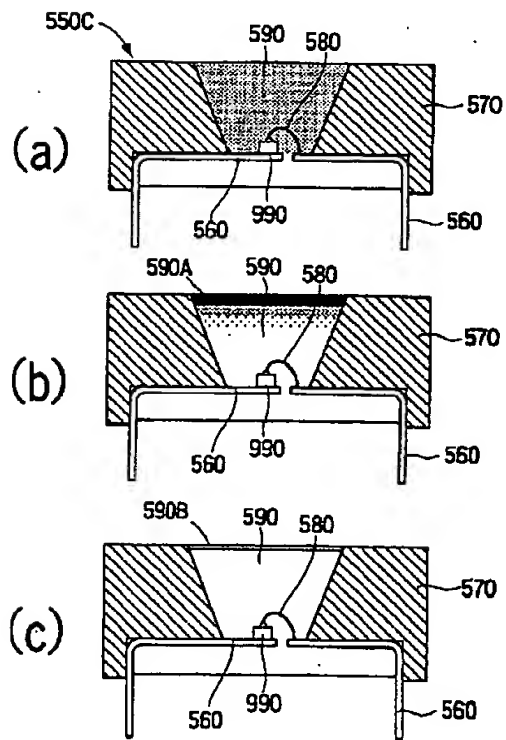
【図 31】



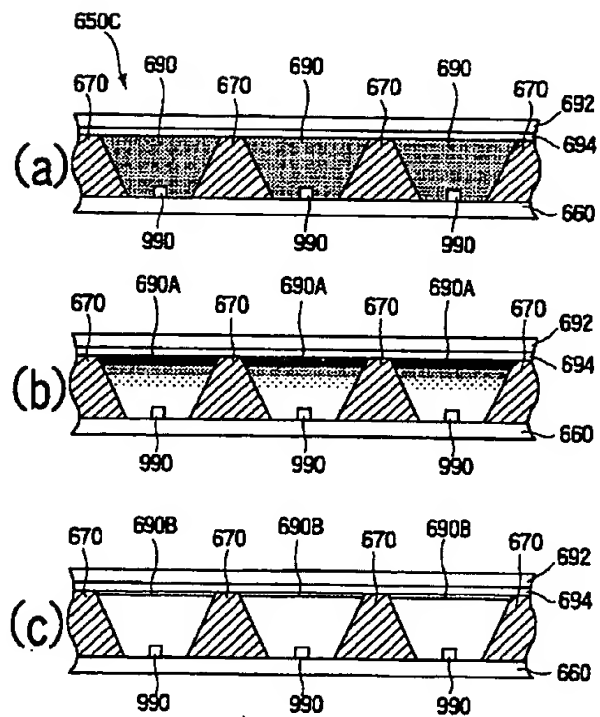
【図 32】



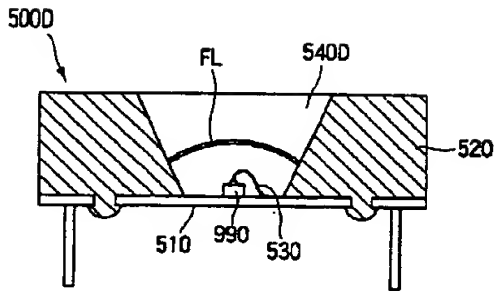
【図 33】



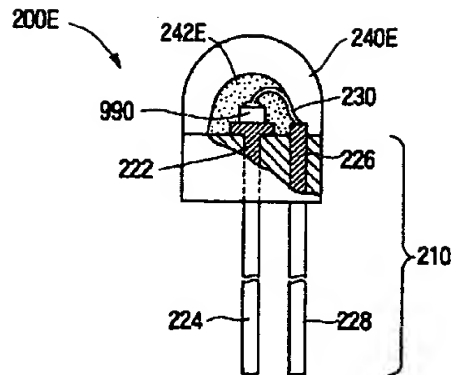
【図 34】



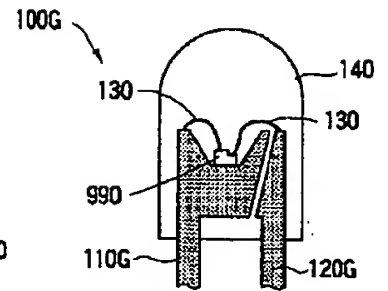
【図 4 0】



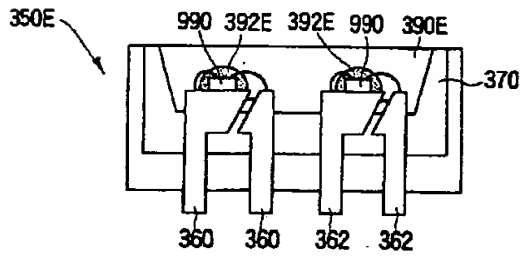
【図 4 2】



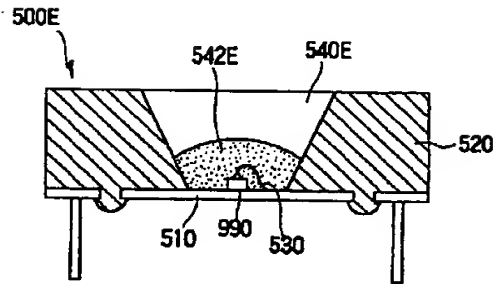
【図 5 3】



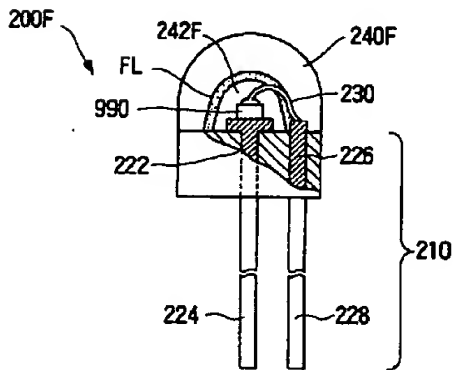
【図 4 4】



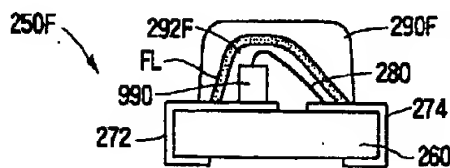
【図 4 6】



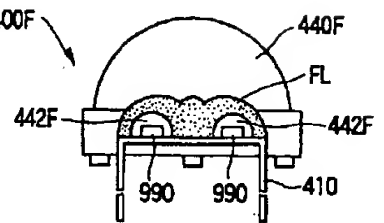
【図 4 8】



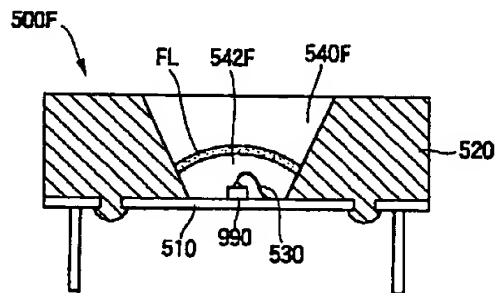
【図 4 9】



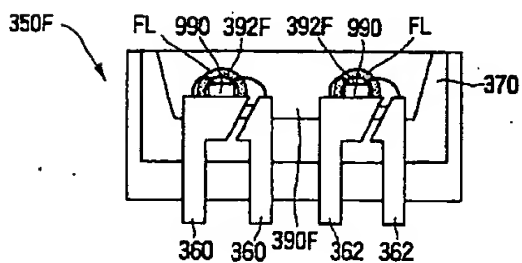
【図 5 1】



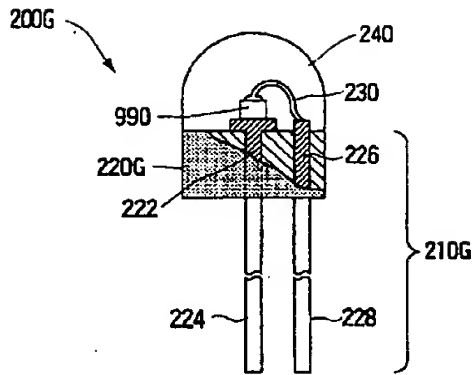
【図 5 2】



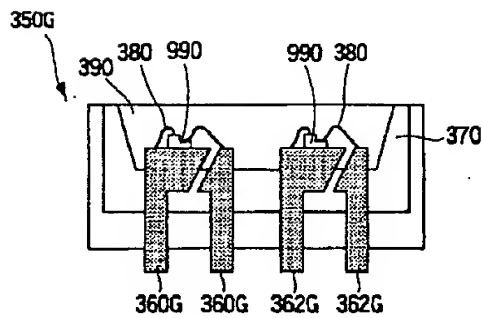
【図 5 0】



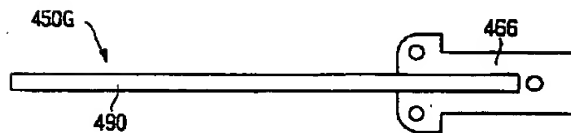
【図 54】



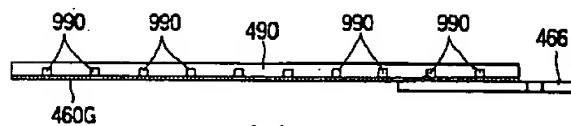
【図 57】



【図 59】

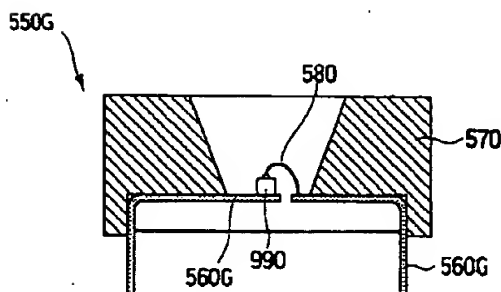


(a)

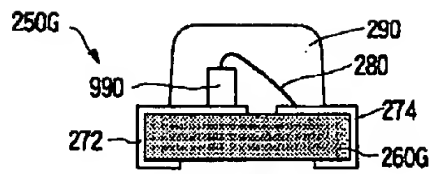


(b)

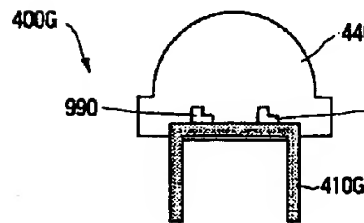
【図 61】



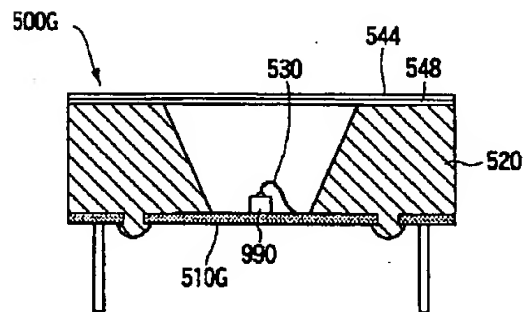
【図 55】



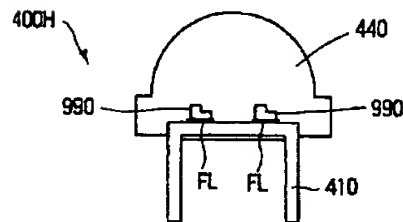
【図 58】



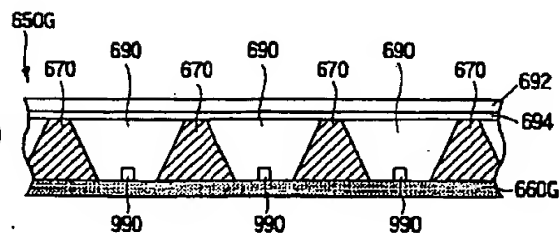
【図 60】



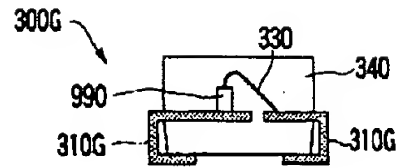
【図 70】



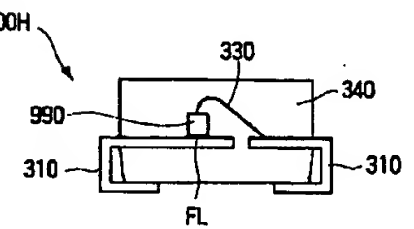
【図 62】



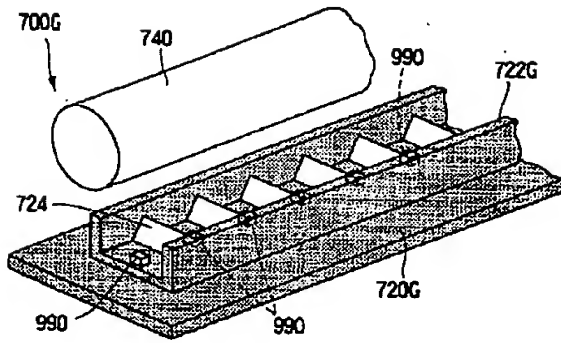
【図 56】



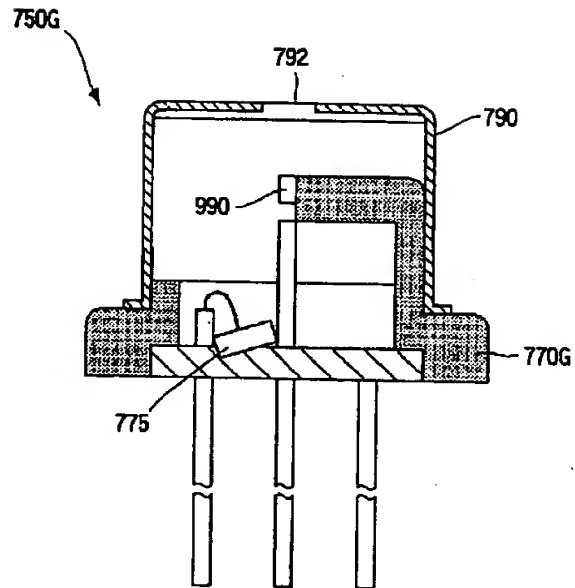
【図 68】



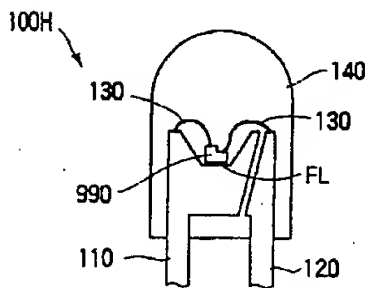
【図 6 3】



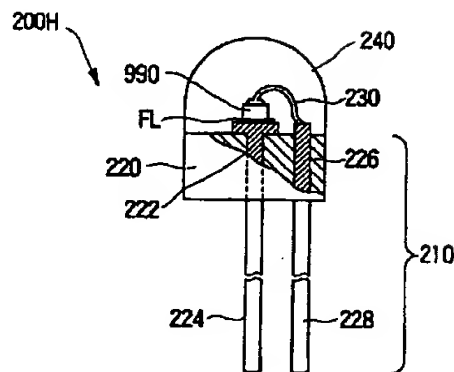
【図 6 4】



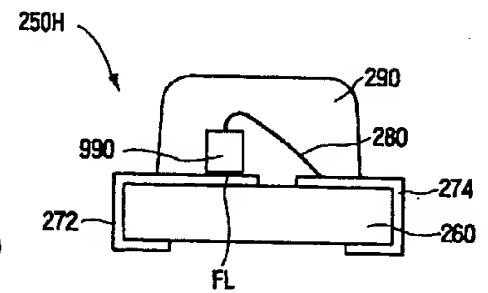
【図 6 5】



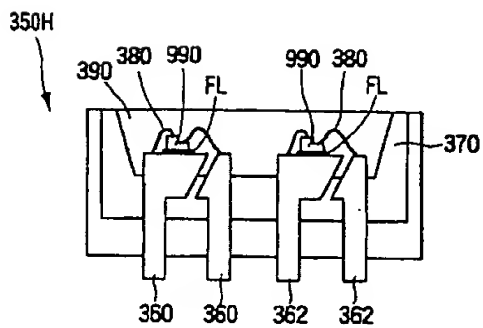
【図 6 6】



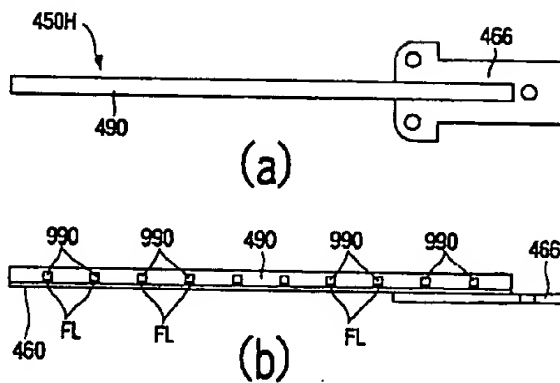
【図 6 7】



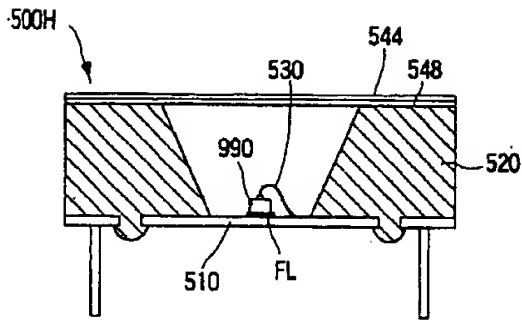
【図 6 9】



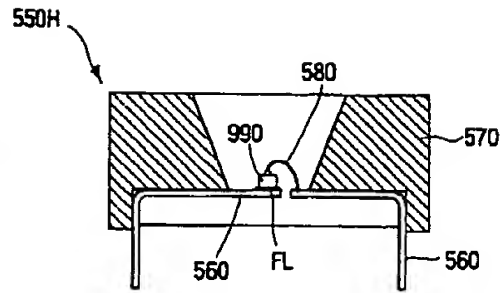
【図 7 1】



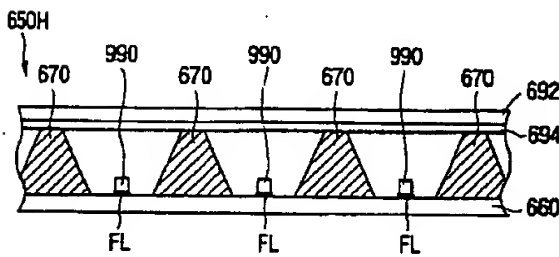
【図 7 2】



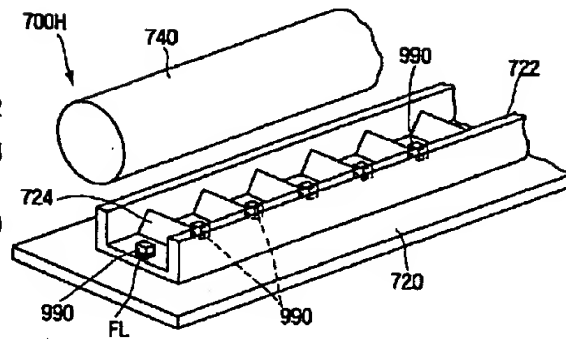
【図 7 3】



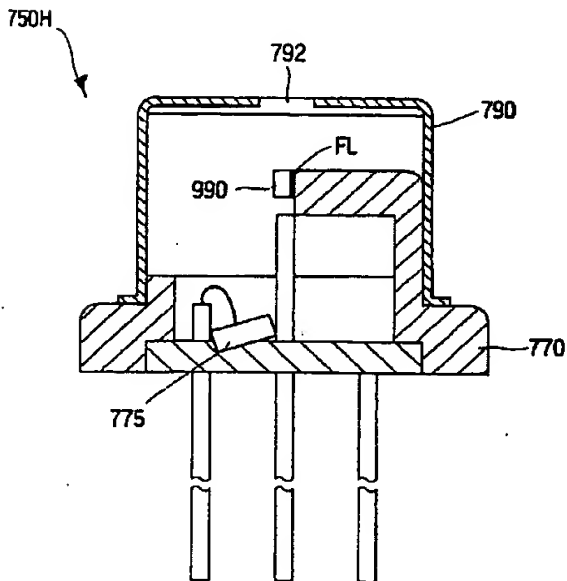
【図 7 4】



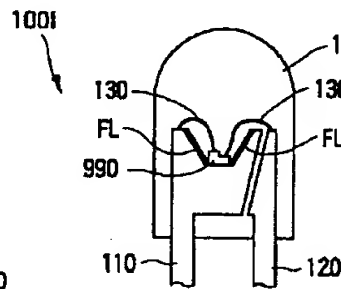
【図 7 5】



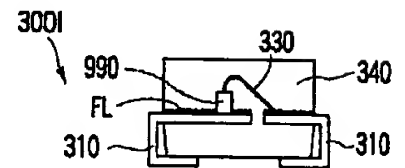
【図 7 6】



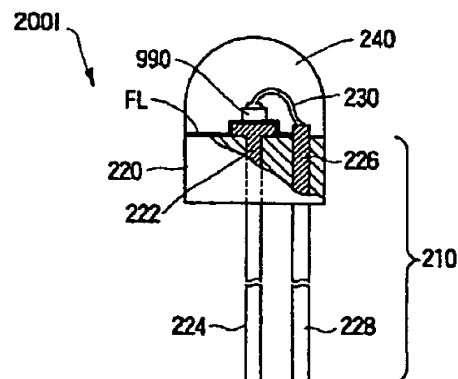
【図 7 7】



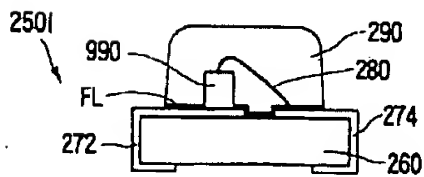
【図 8 0】



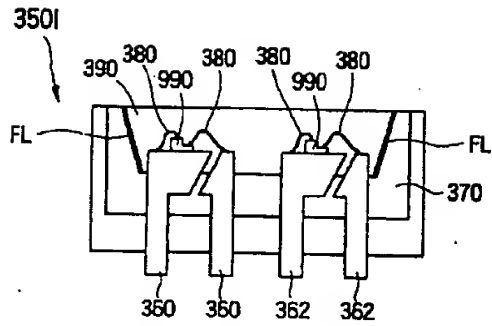
【図 7 8】



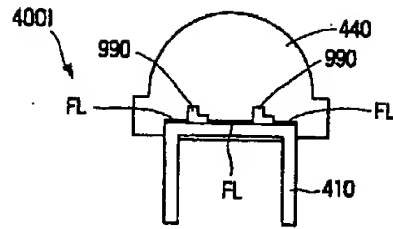
【図 7 9】



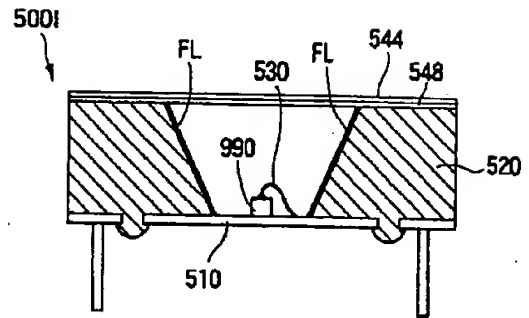
【図 8 1】



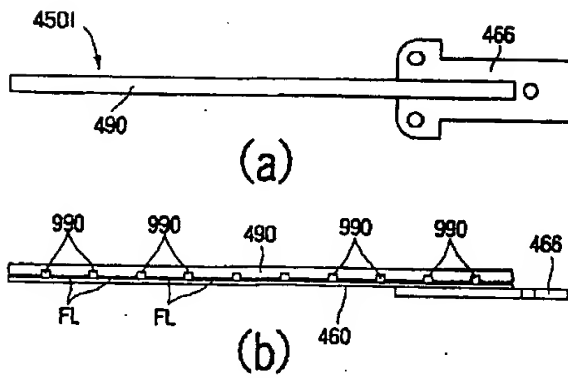
【図 8 2】



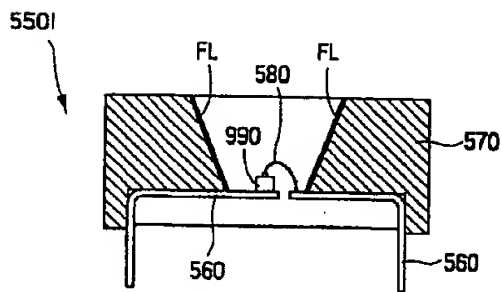
【図 8 4】



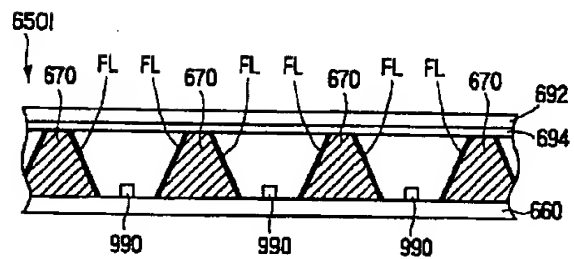
【図 8 3】



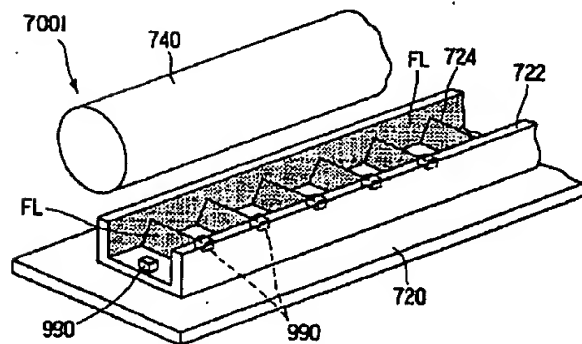
【図 8 5】



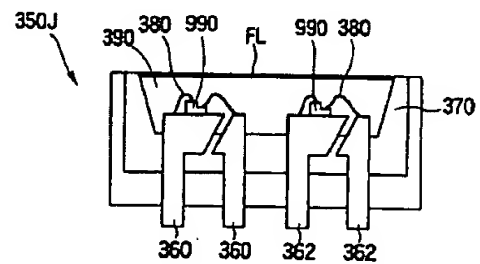
【図 8 6】



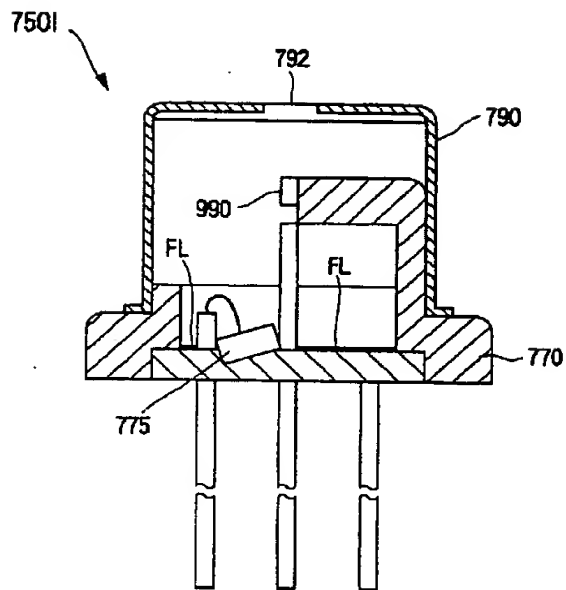
【図 8 7】



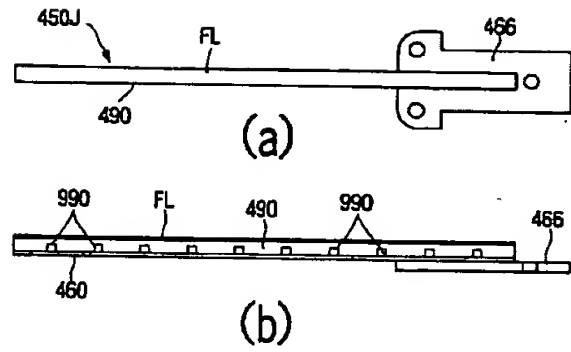
【図 8 9】



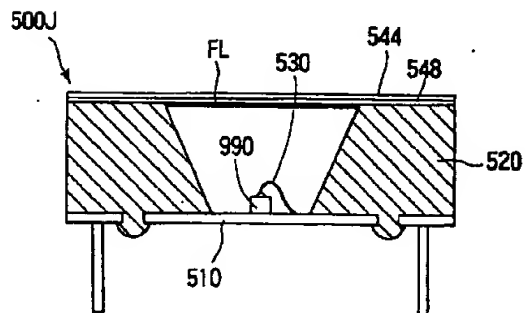
【図 88】



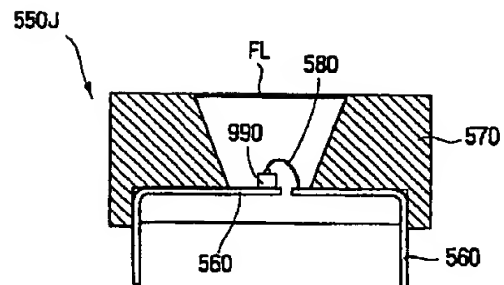
【図 90】



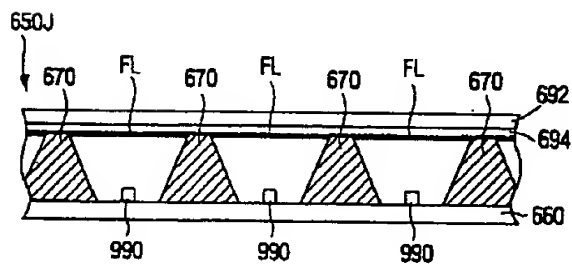
【図 91】



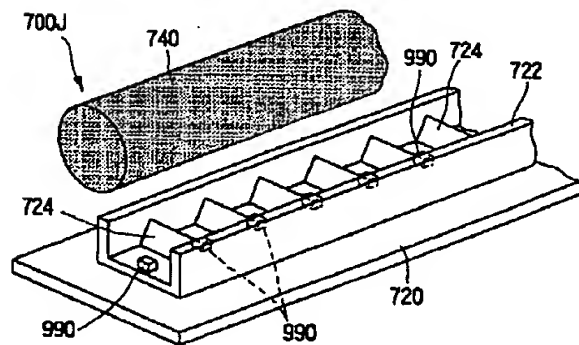
【図 92】



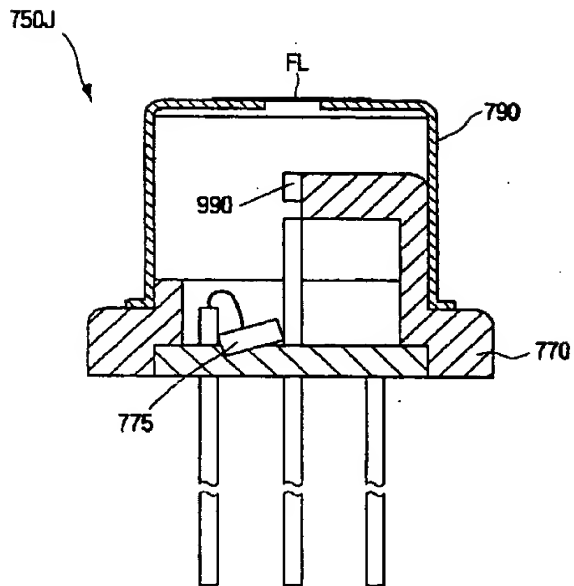
【図 93】



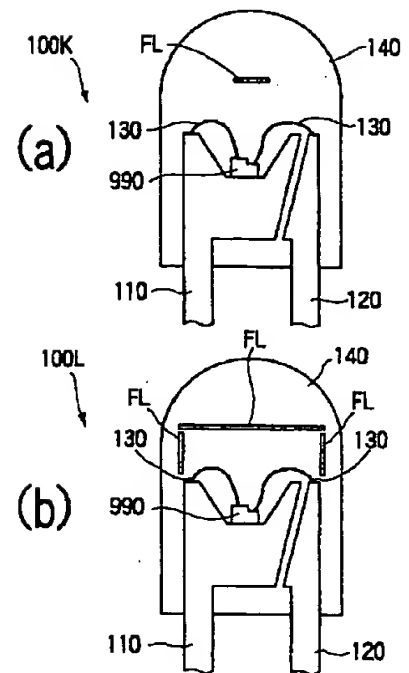
【図 94】



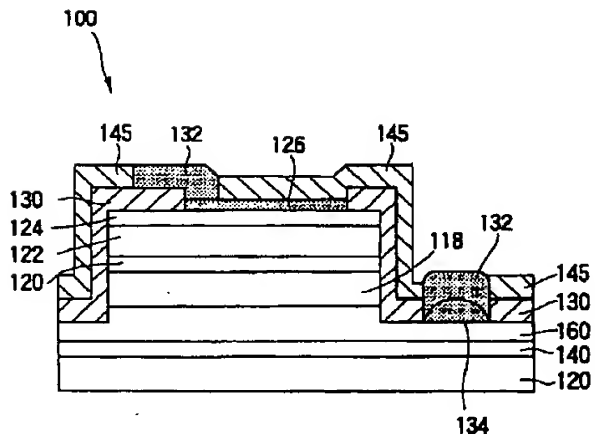
【図 9 5】



【図 9 6】



【図 9 7】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 伸 洋
 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
 社東芝川崎事業所内